

00322
139



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ANALISIS SOBRE LOS CENTROS DE ENDEMISMO DE LA
HERPETOFAUNA MEXICANA

TESIS CON
FALSA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A :

LETICIA MARGARITA LOCHOA OCHOA



DIRECTOR DE TESIS: DR. OSCAR ALBERTO FLORES VILLELA



2003
FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

**Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna
Mexicana**

Tesis de Licenciatura

Leticia Margarita Ochoa Ochoa

Director: Dr. Oscar Alberto Flores Villela

Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera"

Departamento de Biología Evolutiva

Facultad de Ciencias

U. N. A. M.

En este mundo todo muda.
Madredeus



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"Análisis sobre los Centros de Endemismo de la
Herpetofauna Mexicana"

realizado por Leticia Margarita Ochoa Ochoa

con número de cuenta 9853666-3, quién cubrió los créditos de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Dr. Oscar Alberto Flores Villela

Propietario

Dr. Juan José Morrone Lupi

Propietario

Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza

Suplente

Dra. Claudia Elizabeth Moreno Ortega

Suplente

M. en C. Mercedes del Pilar Rodríguez Moreno.

Consejo Departamental de Biología

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGÍA

Leticia Margarita Ochoa Ochoa

A la Energía que mueve al Universo.

Agradecimientos

A mis papás por enseñarme lo más importante de la vida: amar. A mi mamá, Leticia Ochoa Zepeda, por enseñarme a no darme por vencida nunca, a apreciar cada cosa de este mundo por pequeña que sea, y poner todo el empeño en las cosas. A mi papá, Manuel Ochoa Ornelas por enseñarme a hacer las cosas lo mejor posible siempre, no importando lo pequeñas o grandes que sean, y por darme siempre recomendaciones para la vida.

A mis hermanos Luis Camilo y Manuel por no hacerme delicada. A Luisín por cambiar mi manera de ver muchas cosas. A Manolín por haber sido mi modelo a seguir mucho tiempo y darme nombre científico.

A mi asesor y amigo, a mi 'papá académico', el Dr. Oscar Flores Villela por darme siempre buenos consejos y soportar mis terquedades.

A la familia Ochoa Miramontes. A mis tíos, Silvia y Jesús, por haberme brindado su casa y su ejemplo. A mis primos, Chullín, Ruy y Fer, mis segundos hermanos, por su compañía, su juegos y sus bromas. A mi prima, Ana, por no ceder nunca en sus principios y por todos los alientos ofrecidos.

A toda la familia Ochoa Ornelas y Ochoa Zepeda, por ser parte maravillosa de esta vida. Por todos los años nuevos, los juegos, las risas y los llantos, por ser cada uno especial, y darle ese toque particular a todos nuestros encuentros. Por hacerme sentir orgullosa de la familia que formo parte.

A mi mejor amigo José Alberto por estar siempre, compartir su visión del mundo conmigo y enriquecerme como persona. Por siempre tener una opinión de los hechos y decirme las cosas tal cual.

A Maru por estar en el momento preciso y tener las palabras adecuadas cada vez, por expresar su punto de vista, y no dejarme nublar, gracias de verdad.

A Vanessa por ser mi amiga y mantenerse firme en sus creencias. Y por darme buenas regañadas de vez en cuando y compartir conmigo muchos pasteles.

A Monserrat por todas las tardes que compartimos (y espero sigamos compartiendo), por todas las risas y los apoyos. Por hacerme sentir que está conmigo sin importar la distancia. Gracias por ser mi 'hermana'.

A Martín, por la sencillez y la lealtad, por estar dispuesto a ayudar, siempre.

A Nancy, por la fragilidad que se encierra en esa fortaleza, por un buen abrazo a tiempo. A Zac por todos los planes y risas que compartimos, por dejarme ver a través de su ventana.

A Aldo por mantenerse firme en la tormenta, por dejarme saber que va a estar ahí sin importar la cantidad de rayos que caigan sobre estas tierras inundables.

A los todos los integrantes del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" por trabajar por la ciencia: Octavio, Iván, Nanda, Gaby Deras, Gaby, Esteban, Yoshi, Andrés, Adán, Mundo, Estrella, Itzel, Geo, Rox, Angie, Uri, Carlos, Luis, Gaby (momotos), Elsa, Fer, Blanca,

Jorge, Isabel, Valdo, Ibrahim, Fanny, Marta, Carmina, Adrián, Livia. En especial: Gordillo por todos los mapas. A Erick y Magali por los buenos consejos y críticas.

A Edna por la buena compañía y la amistad brindada, por compartir sueños y proyectos, por las aventuras. A Luis por hacer divertido el trabajo, a Alberto por los ánimos.

A Adolfo Navarro por aceptar mis interrupciones, y Juan José Morrone por tener siempre una sonrisa, y claro, por siempre estar dispuestos a resolver mis dudas. A Armando Luis por todo el apoyo y la carrilla.

A Carolina y a Luis, por los conocimientos que me regalaron y la amabilidad con que me ayudaron todas las veces.

A Tania y a Gerardo por la buena disposición con que siempre me prestaron un poco de su tiempo y me brindaron su ayuda.

A Carlitos por todas las risas compartidas, por el soporte técnico que me prestó para resolver dudas y mantener siempre ese buen humor.

A Pilar Rodríguez por todo el apoyo y la dedicación que me brindó.

A mi manada adoptiva Abraham, Gerardo, Liber y Maru por hacer llevaderos los tiempos difíciles por estar ahí siempre dispuestos a reír un poco. Muy en especial a Maru (otra vez) por compartir conmigo tantas desveladas que incluyeron muchas lágrimas y risas, por ofrecerme ese consuelo y apoyo que sólo llega en las madrugadas. Por nunca negarse a escuchar las historias mil y un veces. Gracias infinitas de veces.

A Abigail por brindarme su mano en momentos críticos y mostrarme un poco de sol que hay detrás de las nubes.

Al los integrantes del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota: Abigail, Angélica, Bernardo, Efraín, Hugo, Ilma, Javier, Jonatan, José, Julio C., Julio, Miguel, René; por estar siempre dispuestos a resolver mis dudas y ayudarme con el trabajo, pero sobre todo por brindarme su amistad y sus ojos durante todo este tiempo. En especial al Mto. Luis Miguel por permitirme entrar a ese laboratorio.

A mis compañeros becarios Israel, Mariana, Paty, Ivette, Carmina, Marta, Rigo, Edna, Azucena, Coy por no dejarse perder en la inmensidad de los días, hacer divertido el trabajo y compartir unas buenas reuniones.

A Armando por seguir mi corriente de debrayes y alucines, y no perder el contacto sin importar ni el tiempo ni la distancia.

A Glunstein por nunca dejar de escribir y ser mi médico en línea, en casi todos los aspectos, y por ser, también, un poco testarudo.

A mi Oso por estar dispuesto a compartir las maravillas del mundo conmigo.

A Pablo por no detenerse por la lluvia, y enseñarme cuan grande es el mundo y cuan pequeña soy.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

A Vicente por compartir conmigo tantos momentos felices y los más dolorosos que me han ocurrido hasta la fecha. Y por enseñarme que puedo sola y que el tiempo hace maravillas. Por hacerme entender que el humo se convierte en mariposas y viceversa.

A Fahd, por la inspiración que trajo consigo, por las películas y las desveladas, y sobre todo, por mostrarme lo sencillo del mundo con las complicaciones de nuestro cerebro. Por las sonrisas que alegran los días y los apapachos que los hacen trascendentes sin más razón.

A la soledad por enseñarme cuan hermosa es la vida por la vida misma y qué fabulosos son los libros.

Gracias a todas aquellas personas que alguna vez cruzaron su caminos con el mío. A todas aquellas que me regalaron una sonrisa y un poco de su tiempo. Esta vida mía no sería lo mismo sin cada uno de los detalles que le han brindado todos Ustedes a mi corazón. Les debo más de lo que creen. Espero que nuestros caminos se sigan cruzando, aunque sea de vez en cuando. Gracias hoy y siempre.

Un abrazo sentido y muy fuerte.

Ánimo y a seguir andando, que el tiempo corre y la vida se nos escapa...

¿Es, pues, cierto o sólo una vana fantasía?

Eurípides, *Yone*
1

¹ Todo lo moralmente justo deriva de una de estas cuatro fuentes: la percepción plena o la deducción inteligente de lo que es cierto, la preservación de una sociedad organizada donde cada hombre reciba lo que merece y todas las obligaciones sean fielmente cumplidas, la grandeza y la fuerza de un espíritu noble o invencible, o el orden y la moderación de todo lo dicho y hecho, es decir la templanza y el dominio de uno mismo.

Cicerón,
De Officiis, I, 5

Resumen

El presente trabajo se dividió en dos capítulos: análisis de riqueza y análisis de endemismo. Todos estos análisis se realizaron con bases de datos obtenidas de 106 colecciones de distintas partes del mundo que almacenan especímenes de anfibios y reptiles de México.

El análisis de riqueza se realizó por taxones (familias, géneros y especies) y por áreas (cuadros de medio grado, un grado y estados). Del análisis por taxones se obtuvo que las familias de reptiles mejor representadas en colecciones son Phrynosomatidae, Colubridae y Teiidae. De anfibios, Hylidae, Bufonidae y Leptodactylidae son las que tienen mayor número de registros. Se encontró que un poco más del 20% de las especies sólo cuenta con 10 registros o menos en las colecciones revisadas. El análisis de riqueza de anfibios y reptiles por áreas mostró que la mayoría de las especies se encuentra distribuida en áreas pequeñas. Se encontró que existe una congruencia entre los cuadros de un grado y medio grado, correspondiendo los más muestreados a los de mayor riqueza. Todos estos cuadros se encuentran en los Estados con mayor número de registros, que a su vez corresponden a los de más riqueza, siendo éstos: Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Guerrero y Puebla. Se utilizaron los estimadores ICI, Chao2 y Cole, de acuerdo con éstos, en general, la República Mexicana se encuentra bien muestreada. Las gráficas obtenidas a partir de los estimadores no exhiben diferencias, mostrando que ambos tamaños de retícula (un grado y medio) eran apropiados para los datos. Sin embargo no se pudo saber cuál tamaño de retícula era el óptimo. Finalmente se realizó un análisis de complementariedad bajo el principio de máxima eficiencia, representar a todas las especies por lo menos una vez. El resultado para los cuadros de medio grado fue un conjunto de 126 cuadros que suman un área total de 388 111.5 km², el conjunto para los cuadros de un grado fue de 81 los cuales representan un total de 998 001 km². El conjunto complementario de cuadros de medio grado significa menor costo en territorio para obtener el mismo resultado, por lo que se asume que el uso de retículas relativamente pequeñas es mejor para seleccionar áreas para conservar, bajo el principio de máxima eficiencia.

El análisis de endemismo se realizó con dos métodos: análisis de parsimonia (PAE) y un análisis de solapamiento de áreas de distribución. De los cuatro análisis de PAE, dos se efectuaron con 1014 especies de anfibios y reptiles de la República Mexicana en cuadros de un grado y medio grado, y otros dos para las 564 especies de herpetozoos endémicos a México. Se obtuvieron 63 áreas de endemismo con la matriz de todas las especies con cuadros de medio grado; 56 áreas de endemismo resultaron de la combinación cuadros de medio grado con especies endémicas; para la matriz de cuadros de un grado con todas las especies se obtuvieron 27 áreas de endemismo y con especies endémicas con cuadros de un grado resultaron 25 áreas de endemismo. Las áreas obtenidas en las cuatro combinaciones presentan muchas homologías, existiendo casos en que el área se mantiene sin importar la combinación (tamaño de cuadro-especies). Esto nos indica que las áreas congruentes tienen una historia evolutiva en común haciendo éstas zonas importantes para estudiar y conservar.

En el análisis de solapamiento de áreas de distribución se obtuvieron las distribuciones potenciales de las especies endémicas mediante el modelo de predicción GARP, las distribuciones potenciales se solaparon para obtener áreas de endemismo. La zona con mayor número de endemismos potenciales fue el centro de México, comprendido por las provincias bióticas del Eje Volcánico y Depresión del Balsas. Las distribuciones potenciales de anfibios y reptiles son semejantes. Las áreas de mayor endemismo potencial coinciden con las áreas de endemismo de sur de la Sierra Madre Oriental, Jalisco centro, Eje Volcánico, sureste Michoacán y norte de Oaxaca obtenidas en los análisis de parsimonia en todas las combinaciones. La región del Sur de la Sierra Madre Oriental se encuentra entre las áreas de mayor riqueza y número de registros. Además en las comparaciones hechas con otros trabajos, esta área se presenta como una zona biótica compleja.

Índice General

Introducción general.....	9
Capítulo I	
Análisis de Riqueza de la herpetofauna mexicana.....	12
Capítulo II	
Análisis de centros de endemismo de la herpetofauna mexicana.....	64
Literatura citada.....	169
Apéndices	
1. Colecciones consultadas.....	177

² Estamos en la peor clase de guerra. Una guerra que captura los sueños y los vuelve a soñar. Una guerra que nos ha hecho adorar a nuestros conquistadores y despreciarnos.

Somos prisioneros de Guerra, nuestros sueños han sido adulterados, no pertenecemos a ningún sitio. Navegamos a la deriva por mares agitados. Puede que no nos dejen desembarcar nunca. Nuestras penas no serán nunca lo bastante tristes. Nuestras alegrías, nunca lo bastante alegres. Nuestros sueños, nunca lo bastante grandes. Nuestras vidas nunca lo bastante relevantes, para ser importantes.

Arundhati Roy, El dios de las pequeñas cosas.

Introducción General

La diversidad biológica es la variedad y la variabilidad de los seres vivos y de los complejos ecológicos que ellos integran. Abarca los ecosistemas, especies, genes y su abundancia relativa (Ota, 1987 en Morrone y Crisci, 1992). Hace una docena de años se habían descrito 1.4 millones de especies, sin embargo faltan muchísimas especies por describir, a tal punto que para Wilson (1988) no es posible determinar el orden de magnitud del número de especies de seres vivos existentes sobre la tierra.

México es el país número 2 en número de especies de reptiles, con 717 especies de las 6 300 clasificadas (Uetz, 2000), de las cuales 574 son propias del país; se ubica en el segundo lugar en diversidad de mamíferos, al contar con 449 de las 4 170 especies existentes; en anfibios ocupa el cuarto lugar, con 282 de las 4 184 especies que se han detectado, y en aves ocupa el decimosegundo lugar con 1 150 de las 9 198 clases, sin embargo, sólo tiene el 1.4% del área terrestre del planeta (CONABIO, 1999). En comparación con otros países centroamericanos el porcentaje de endemismos de México con relación al número de vertebrados que posee es mucho mayor (Flores-Villela y Gerez, 1994).

La riqueza biológica de México es un producto combinado de la gran variación de topografía y clima encontrados en su superficie (Flores-Villela y Gerez, 1994). Los cuales se mezclan creando un mosaico muy diverso de condiciones ambientales y microambientales. Además, México cuenta con una historia geológica compleja que lo situó entre Norteamérica y Sudamérica, posición geográfica que le otorga un carácter único de transición faunística y florística que no tiene comparación en el planeta (Savage, 1982).

Desafortunadamente, la biodiversidad se encuentra en una profunda crisis, pues se ha calculado que la tasa de extinción de especies es de mil a 10 mil veces mayor a la registrada antes de la aparición del hombre. Las tasas de deforestación y destrucción de hábitat en la actualidad son verdaderamente alarmantes, y esto conlleva a que en los próximos años se habrán perdido miles de especies que ni siquiera llegaron a conocerse (Morrone y Crisci, 1992). Una conclusión común derivada del debate entre científicos y conservacionistas es la necesidad urgente de evitar la pérdida de la diversidad biológica, ya que al perderla, se restringen las opciones de un uso sustentable o sostenible y manejo adecuado de los

recursos naturales y se disminuyen los 'servicios ecológicos' que tal diversidad nos brinda (Reaka-Kudla *et al.* 1997).

La biodiversidad de un área determinada se medía tradicionalmente para conservación, en términos de riqueza absoluta asumiendo que todas las especies tenían el mismo valor. A partir de la década de los 80's se empezó a tomar en cuenta el grado de endemismo y la vulnerabilidad, y por supuesto, la riqueza de especies en las áreas (Morrone y Crisci, 1992). En un análisis hecho con diferentes grupos Peterson *et al.*, (1993) demuestran que existen patrones diferentes para la riqueza de especies y el endemismo, asimismo mencionan que si el objetivo es preservar la diversidad biológica en sentido amplio se debe tomar en cuenta la información biológica para la planeación de las reservas.

La creciente pérdida de diversidad biológica hace imperiosa la necesidad de implementar métodos 'rápidos' y 'eficaces' para la selección de áreas adecuadas para la preservación de las especies, no sólo de anfibios y reptiles, sino en general. Sin embargo estos grupos debido a la relativamente poca vagilidad que tienen y a las distribuciones reducidas con las que cuenta la mayoría, además de la sensibilidad a los cambios tanto físicos como biológicos del ambiente, los hace un grupo apropiado para aplicar las técnicas de análisis de parsimonia (PAE), modelos de predicción (GARP) y técnicas de optimización (Complementariedad), para identificar áreas importantes biológicamente. El conocimiento de estas áreas permitirá, no solamente tener mejores bases para preservar en un grado adecuado a las especies, sino comprender un poco más la historia de las biotas.

La aplicación de modelos predictivos de distribución de especies a la conservación reduce el margen de error ocasionado por la escasez de las recolectas y se pueden elaborar estrategias para la ubicación de taxones raros o difíciles de localizar (Peterson *et al.*, en Navarro *et al.*, 2003). Por otro lado el uso de métodos filogenéticos para la evaluación en conservación es completamente justificado porque son criterios explícitos y pueden ser probados y evaluados objetivamente, además proveen una metodología que es aplicable a un intervalo de información realista que va desde clasificaciones existentes hasta hipótesis filogenéticas bien corroboradas (Morrone, 1999). Las áreas de endemismo pueden ayudar a determinar prioridades en un plan de biología de la conservación (Contreras-Medina *et al.*, 2003).

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

En el presente estudio se pretende dar un panorama de los centros de endemismo de la herpetofauna mexicana, utilizando para ello dos tipos de análisis: PAE (Parsimony Analysis of Endemicity) y, posteriormente, GARP (Genotype Algorithm Rule-set Prediction). Estos dos tipos de análisis permitirán un mayor soporte para las áreas encontradas como centros de endemismo, y por lo tanto proponer áreas prioritarias para la conservación. Además se podrán comparar los resultados obtenidos con estos análisis.³

³ La dicha... un día se tiene que encontrar, de repente el día menos pensado, cuando ya no se esperaba. Y ese día se entreabrirá el horizonte y se oír como una voz gritando 'Ahí la tienes'. Y se notará uno invadido por la necesidad de confiarle nuestra vida entera a esa persona que nos trae la dicha, de dársele todo de sacrificar todo por ella. No se puede explicar, pero se intuye, a esa persona se la ha atisbado en sueños.

Total que ahí está, lo tiene uno, por fin, delante de los ojos ese tesoro tan largamente buscado, resplandece, centellea. Y a pesar de todo, todavía dudamos, no nos atrevemos a creerlo, nos quedamos deslumbrados como cuando uno acaba de salir de las tinieblas a la luz.

Gustave Flaubert

Leticia Margarita Ochoa Ochoa

Capítulo I

Análisis de riqueza de la herpetofauna mexicana

No hay tiempo que perder...
Realiza tus sueños antes de que se esfumen.
No dejes que se extingan siempre.
Si pierdes tus sueños,
perderás la razón.

Canción.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

'Has venido aquí a encontrar lo que ya posees'
Pensamiento budista

Índice

Introducción.....	10
Antecedentes.....	15
Conservación en México.....	16
Objetivos.....	20
Área de Estudio.....	21
Clima.....	22
Fisiografía, Geología y Suelos.....	22
Hidrología.....	23
Flora.....	23
Fauna.....	24
Métodos.....	25
Resultados.....	30
Análisis de riqueza a diferentes escalas.....	30
Estimadores.....	45
Complementariedad.....	49
Discusión.....	56
Conclusiones.....	64
Índice de Figuras	
1. Mapa de las Áreas Naturales Protegidas de México.....	16
2. Mapa altitudinal del Área de Estudio.....	21
3. Cuadrados de medio grado para la República Mexicana.....	28
4. Cuadrados de un grado para la República Mexicana.....	29
5. Registros por estado de anfibios y reptiles.....	37
6. Riqueza de anfibios y reptiles por Estado de la Republica Mexicana.....	38
7. Registros de herpetofauna en la República Mexicana por cuadros de un grado.....	41
8. Riqueza de anfibios y reptiles por cuadros de un grado.....	43
9. Registros de anfibios y reptiles por cuadros de medio grado.....	44
10. Riqueza de anfibios y reptiles por cuadros de medio grado.....	44
11. Cuadros complementarios de un grado.....	51
12. Cuadros complementarios de medio grado.....	52
13. Sobrelapamiento de los conjuntos complementarios de ambos cuadros.....	53
14. Análisis de discrepancias con ANP's.....	54
15. Análisis de discrepancias con RTP's.....	55
Índice de Cuadros	
1. Número de especies de anfibios y reptiles de México.....	15
2. Herpetozos en alguna categoría de protección especial.....	16
3. Número de registros por familia de anfibios y reptiles.....	30
4. Número de registros por género de anfibios y reptiles.....	32
5. Número de registros por Estado.....	36

...la evolución de los organismos es un hecho,
y se debe examinar tanto su devenir como sus leyes.
Hennig, 1968.

Introducción

México se encuentra en la Época Moderna en la historia de la herpetología (Flores-Villela 1993). Es una época de cambios, con nuevas teorías y nuevos métodos para aplicarse y probarse. Es en este tiempo cuando se empiezan a explorar nuevos campos en la herpetología y es el momento de emplear todos los nuevos conocimientos que estén a nuestro alcance para aportar un poco a la explotación racionalizada de recursos, no sólo en México, pero sí primordialmente.

En 1993, Flores-Villela y Navarro afirmaron que el conocimiento de la fauna de vertebrados terrestres de México se encontraba en etapa de inventario (Flores-Villela y Navarro, 1993), una década después, afortunada o desafortunadamente, sigue siendo ésa la realidad para nuestro país, por lo menos en lo referente a herpetofauna. Los anfibios y los reptiles son un grupo con un alto porcentaje de endemismo en México (Flores-Villela y Gerez, 1994). Debido a sus requerimientos ambientales específicos y a sus características de relativa poca vagilidad resulta un grupo muy interesante para estudios de zonas o centros de endemismo.

A pesar de que México es el segundo país en diversidad de anfibios y reptiles del mundo, como se mencionó, esta muy poco estudiado (Flores-Villela y Gerez, 1994). En 1991 se conocían 284 especies de anfibios y 717 especies de reptiles. De estas 1001 especies de herpetozoos 530 eran endémicas. Esto significa que el 53 % de las especies de anfibios y reptiles en ese entonces eran endémicas (Flores -Villela, 1991a). De 1994 hasta mayo del 2003 el número de especies de anfibios y reptiles ha aumentado en más de un 10% (Cuadro 1). Esto demuestra que hacen falta muchos estudios herpetofaunísticos del país además de estudios taxonómicos para resolver los problemas de estatus que existen para muchas especies.

De los herpetozoos, los anfibios son los más frágiles debido a las condiciones tan peculiares que necesitan para subsistir, y a pesar de que son muy abundantes en algunas áreas o regiones actualmente se encuentran amenazados por diversas causas y en declinación. Parece ser que una de las más importantes es la modificación, destrucción o pérdida de hábitat (Young *et al.*, 2000).

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

Cuadro 1. Número de especies de anfibios y reptiles registradas para México en los años 1994 (Flores-Villela y Gerez, 1994) y 2003 (Flores-Villela y Canseco, enviado). T = Total, E = Endémico, Número/porcentaje.

Año/Taxón	Anfibios		Reptiles		Herpetozoos	
	T	E	T	E	T	E
1994	295	174/58.9	705	368/52.1	1000	542/54.2
2003	356	232/65.2	796	454/57.04	1153	686/59.6

Actualmente más del 65% de las especies de anfibios registradas para el país son endémicas, y muchas de ellas microendémicas. Del total de la Herpetofauna de México 686 especies son endémicas al país esto representa casi el 60% de los anfibios y reptiles (Cuadro 1). Del total de especies de herpetozoos citadas para México, sólo 207 (17.95%) se encuentran en alguna categoría de protección en la Norma Oficial Nom-059-Ecol-2001 (SEMARNAT, 2002b)(Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de especies de herpetozoos bajo alguna categoría de protección de la Norma Oficial Nom-059- Ecol-2001.

	Anfibios	Reptiles
Amenazados (A)	16	67
Protección especial (Pr)	61	137
Peligro de extinción (P)	2	3

En un análisis que realizó Flores-Villela (1991b) para tratar de dividir a las especies endémicas en micro y macroendémicas, obtuvo que el 80.4% de las especies de anfibios y el 69.8% de reptiles poseen áreas de distribución reducidas. Esto hace que más de la mitad de la herpetofauna de México sea muy vulnerable a los cambios no sólo biológicos como la cobertura vegetal sino a los físicos como el cambio climático.

...el secreto de las grandes historias es que no tienen secretos. Las grandes historias son aquellas que ya se han oído y se quieren oír otra vez. Aquellas a las que se puede entrar por cualquier puerta y habitar en ellas cómodamente. No engañan con emociones o finales falsos. No sorprenden con imprevistos. Son tan conocidas como la casa en que se vive. O el olor se la piel del ser amado. Sabemos cómo acaban y sin embargo, las escuchamos como si no lo supiéramos. Del mismo modo que, aún sabiendo que un día moriremos, vivimos como si fuéramos inmortales. En las grandes historias sabemos quien vive, quien muere, quién encuentra el amor y quién no. Y aún así, queremos volver a saberlo.

Anundiati Roy. El dios de las pequeñas cosas

...todo es como el océano; todas las cosas fluyen y se tocan unas a otras; cuando se produce un disturbio en un lugar se lo experimenta en el otro extremo del mundo...
...todo es como un océano, te lo aseguro...
F. Dostoievki. Uno de los Hermanos Karamazov.

Antecedentes

En 1876 se inició la protección oficial de las áreas naturales, con la declaración como área protegida del Desierto de los Leones durante el gobierno de Sebastián Lerdo de Tejada. Sin embargo, pese a este inicio tan temprano en la protección de los recursos naturales, los programas gubernamentales posteriores se convirtieron en una mala copia de los programas de parques nacionales de Estados Unidos, en donde sólo buscaban áreas para recreación y con el propósito de aislarlas y no de manejarlas (Anaya *et al.* 1992; Melo, 2003). En 1983, con la creación de la SEDUE, se inició un programa que buscaba agrupar a todas las áreas protegidas y solucionar sus problemas. Posteriormente, en 1988 se creó la Ley General del Equilibrio Ecológico (Anaya *et al.*, 1992).



Figura 1. Mapa de áreas naturales protegidas con zonas núcleo de la República Mexicana, proporcionado por el Laboratorio de SIG's, Instituto de Geografía, UNAM.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

En 1994 existían 166 ANP's decretadas y 156 propuestas para su protección, con un área de 142, 360 km² y 56, 136 km² respectivamente, lo que corresponde al 7.3% y al 2.9% del territorio nacional. Abarcando en total, un 10.2 % del territorio (Flores-Villela y Gerez, 1994). Un porcentaje bajo comparado con algunos países de Centro y Sudamérica. Para el 2002 existían 148 Áreas Naturales Protegidas sólo de carácter federal, con una extensión de 17 498 676 hectáreas que representan el 8.9% del territorio nacional (CONAP, 2003). Sin embargo Mello (2003) menciona que en la actualidad existen 66 Parques Nacionales, 27 reservas de la Biosfera, y en total 123 Áreas Naturales Protegidas con un total de 13 096 219 hectáreas de extensión. Una diferencia notable en cuanto a número de áreas y de extensión territorial protegidas.

En la actualidad el panorama de la conservación en México es desalentador. Por diversas causas, las áreas naturales protegidas (ANP's) declaradas en México, no importando la categoría, no son en la realidad protegidas, pues parecen tener sólo importancia en decretos de papel (Anaya *et al.*, 1992). Los recursos designados para el mantenimiento de las áreas no son suficientes o en algunos casos ni siquiera existen. Muchas son más saqueadas y deforestadas después de haber sido declaradas como ANP's que anteriormente. Incluso en la descripción de algunas especies nuevas de Cicadáceas evitan poner la localidad tipo para evitar el saqueo. Otras funcionan sólo como reservas territoriales, que llegado el momento son utilizadas con otros fines tales como complejos turísticos, extracción de recursos, carreteras, fraccionamientos, etc. (Anaya *et al.*, 1992).

La mayoría de las ANP's se encuentran ubicadas en terrenos ejidales, comunales y privados, por lo que se encuentran sometidas a fuertes presiones tanto de la tenencia de la tierra como del aprovechamiento de irracional de los recursos así como el crecimiento poblacional dentro de las mismas (Figura 1).^{*} Aunado a estos problemas, existe el prejuicio de 'conservar es no tocar', lo cual crea que se vea con resentimiento o con malos ojos la declaración reservas por parte de los habitantes del los lugares seleccionados (Garza-García, 1992).

Desde principios de la década de los 90's existe una Estrategia Mundial para la Conservación que surge como respuesta a una solicitud del PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) y del WWF (World Wildlife Found) y fue

^{*} Mi corazón es como un jarrón chino, tiene muchas grietas pero jamás se rompe.

elaborada por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales) (Anaya *et al.*, 1992).

Tal propuesta tiene tres objetivos principales:

- ⇒ Mantener los procesos ecológicos esenciales y los sistemas que sostienen la vida.
- ⇒ Asegurar que cualquier utilización de las especies y ecosistemas sea sostenible.
- ⇒ Preservar la diversidad genética (Anaya, *et al.* 1992).

Para cumplir con lo antes mencionado las alternativas para la conservación deben tener en cuenta una serie de lineamientos como educación, implementación de tecnologías 'blandas', acoplamiento del crecimiento poblacional con la explotación de recursos, conservación de la tierra cultivable, protección de la diversidad, etc. La importancia de las ANP's se ve reflejada ampliamente en todo lo anterior (Anaya, *et al.* 1992). Minimizar el costo de las áreas naturales protegidas maximizando la eficiencia es el problema de conservación que más se ha estudiado y de cual se tiene un mayor número de referencias en la literatura. Rodríguez *et al.* (2000) citan sólo como ejemplo seis trabajos anteriores. El método de complementariedad de áreas permite escoger un conjunto complementario con el mínimo número de áreas posible y la máxima cifra de especies.

La definición de prioridades para la conservación comenzó por una reacción impulsiva de literalmente 'salvar' a las especies en peligro de extinción. Ante el poco éxito que tuvieron tales campañas se observó la necesidad inminente de recurrir a métodos más sistemáticos para definir prioridades y acciones de efecto duradero (Nigh y Otero, 1992). Es triste pero evidente que no todas las áreas y ni todas las especies podrán ser conservadas. Sin embargo es urgente una estrategia global de conservación y, para establecerla adecuadamente son necesarias herramientas metodológicas apropiadas para el establecimiento de prioridades que permitan conservar el máximo de diversidad biológica posible (Morrone y Crisci, 1992). Surge, además, la necesidad de saber cuál es nuestra diversidad biológica y cómo se distribuye geográficamente y la manera de medirla, para poder saber cómo preservarla adecuadamente (Sánchez-Cordero, *et al.* 2001).

El aumento en el número de investigadores que tratan de involucrarse en las políticas de conservación al proponer métodos y estrategias concisas de creación y manejo de áreas

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

protegidas, y la función desempeñada por las estaciones biológicas en la investigación y protección de áreas naturales, le otorga a México una perspectiva esperanzadora en la preservación de su diversidad biológica. Aunado a lo anterior sigue existiendo el gran problema de cómo definir áreas prioritarias para la conservación, afortunadamente se han desarrollado diversos programas que nos ayudan a tomar decisiones adecuadas para delimitar estas áreas. Debido a que en estas áreas se encuentran especies que en ningún otro lugar del mundo se localizan es de suma importancia saber dónde están ubicadas y en qué estado de conservación se encuentran, para poder protegerlas, estudiarlas y entender las causas de la riqueza de especies endémicas que contienen. Además de preservarlas para que puedan seguir siendo disfrutadas y estudiadas por generaciones futuras.

* La naturaleza concibe innumerables cosas de las cuales las conocidas para nosotros son menos que las no conocidas y esto es así porque la naturaleza trasciende a la comprensión.

Fray Mauro, siglo XV.

Objetivo General

Analizar las zonas de alta riqueza e identificar áreas ricas biológicamente que sirvan como base para proponer, regiones prioritarias para la conservación con base en métodos de optimización.

Objetivos particulares

- ❖ Analizar los patrones de riqueza por taxones y por áreas a diferentes escalas: cuadros de 1º, cuadros de 1/2º grado y Estados.
- ❖ Utilizar distintos estimadores para evaluar la calidad de los datos.
- ❖ Encontrar el conjunto de cuadros complementarios tanto para medio grado como para un grado utilizando el principio de máxima eficiencia.
- ❖ Hacer un análisis de discrepancias del conjunto de cuadros complementarios con las áreas naturales protegidas y regiones terrestres prioritarias.*

* Los actos fallidos no son en absoluto causales. Son el resultado de conflictos y deseos reprimidos. Son las ondas en la superficie de la vida, producidas por manantiales poco sospechosos. Y éstos pueden ser muy profundos tan profundos como el alma misma. El acto fallido puede equivaler a la apertura de un destino. Freud.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

Pisa estas tierras, imprégname de su atoma,
que de ellas saldrá tu canto.

Área de estudio

El territorio de la República Mexicana se sitúa casi por partes iguales al norte y sur del Trópico de Cáncer y sus coordenadas extremas son:

Sur : 14° 32' 27'' latitud norte, en la desembocadura del río Suchiate, frontera con Guatemala.	Norte: 32° 43' 06'' latitud norte, en el Monumento 206, en la frontera con los Estados Unidos de América.
Este : 86° 42' 36'' longitud oeste, en el extremo sureste de la Isla Mujeres.	Oeste: 118° 27' 24'' longitud oeste, en la Roca Elefante de la Isla de Guadalupe, en el Océano Pacífico.

La extensión territorial de México, es de 1 964 375 km² de los cuales 1 959 248 km² son superficie continental y 5 127 km² corresponden a superficie insular. Cuenta con 31 entidades federativas o estados y un Distrito Federal. Tiene 4 301 km de frontera.



Figura 2. Área de estudio, mapa de altitudinal de la República Mexicana (CONABIO).

Se hace mención a las fronteras aún cuando la diversidad biológica no tiene fronteras políticas, sin embargo existen y en las actividades humanas se tienen que tomar en cuenta. México se encuentra en una posición privilegiada pues está rodeado de mares en sus bordes oriental y occidental, hecho por el cual destaca entre los países del mundo por la extensión de sus litorales, que es de 11,122 km, exclusivamente en su parte continental, sin incluir litorales insulares (INEGI, 2003).

Clima

El clima está determinado por diversos factores, y en México no es la excepción, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas, la orografía y la distribución existente de tierra y agua. El país cuenta con más de 60 tipos de climas. Estos de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálidos y templados; y de acuerdo con la humedad existente en el medio, en: húmedos, subhúmedos, y secos.

Fisiografía

La gran diversidad de formas que presenta el relieve de México, es decir su complejidad geológica, hace que sea uno de los países del mundo con mayor número de características y variedades topográficas contrastantes y heterogéneas; poseedor de un gran potencial en recursos naturales y de los más ricos en variedad de paisajes. Las diversas conformaciones topográficas desempeñan un papel importante tanto en la evolución biológica como en las actividades económicas y sociales del país, puesto que influyen en las características climáticas, en el tipo de suelos y en la vegetación; éstos, a su vez, inciden en las actividades agrícolas, ganaderas, forestales e industriales, así como en los asentamientos humanos (Izquierdo, 1966; INEGI, 2003).

Geología

La República Mexicana también es rica en una gran variedad de rocas, estructuras y formaciones geológicas de interés económico, que surgieron como resultado de la acción de fenómenos volcánicos, tectónicos y otros, tanto internos como externos, ocurridos a lo

* Suave es la noche,
una huella, un crujido, un paso
sopla azul y líquido el viento
de la pasión civilizada.
Montalbán.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

largo del tiempo geológico. La evolución tectónica de México es un problema peculiar y difícil mientras que algunos de sus aspectos de la su historia cinemática son razonablemente bien conocidos otros son pobremente entendidos (Ortega-Gutierrez, *et al.* 2000). La interpretación de todos estos elementos puede llevar a la reconstrucción de la historia geológica del territorio nacional y en consecuencia, a la comprensión del origen y posible distribución de muchos yacimientos de importancia económica (Ortega-Gutierrez, *et al.* 2000).

Suelos

Debido a su historia geológica lo que ocasionó la particularidad de ubicación, su topografía y sus climas, los suelos de México son complejos, y se encuentran al menos 15 tipos. Por su extensión destacan tres de ellos: **Regosol**, **Litosol** y **Xerosol** (INEGI, 2003).

Hidrología

En el territorio mexicano los ríos se encuentran en tres vertientes: Occidental o del Pacífico, Oriental o del Atlántico (Golfo de México y Mar Caribe) e Interior, en la que los ríos no tienen salida al mar. En la vertiente Occidental o del Pacífico existen alrededor de 100 ríos, entre los que destacan por su caudal los ríos Balsas, Lerma-Santiago y Verde. La vertiente Oriental está constituida por 46 ríos importantes, entre los que destacan los ríos Usumacinta, Papaloapan, Grijalva, Coatzacoalcos y Pánuco. La vertiente Interior está formada por grandes cuencas cerradas. El sistema más importante es el del río Nazas-Aguanaval (Sánchez, 1931; INEGI 2003).

Flora

En el país se encuentran casi todos los tipos de vegetación reconocidos en el mundo (Flores-Villela y Gerez, 1994). En plantas, México ocupa el cuarto lugar con 25,000 especies registradas, de las 250,000 que existen a nivel mundial, y se calcula que hay alrededor de 30,000 más no descritas dentro del territorio nacional, lo cual lo colocaría en segundo lugar en el mundo. Existe además un germoplasma importante de especies domesticadas y ruderales nativas (Rzedowski, 1992). La superficie forestal del país comprende 73.3% de su territorio.

* He cometido un error fatal. Y lo peor de todo es que no sé cuál.

La particularidad y la importancia de la flora mexicana no sólo recaen en el número de especies sino en su riqueza de endemismos. La cual va en aumento conforme se ahonda en el conocimiento de la flora del país, tal es el caso de Lacandoniaceae una nueva familia botánica para la ciencia (Martínez y Ramos, 1989). Rzedowski explica el alto porcentaje de endemismos como resultado de la antigüedad y el grado de aislamiento ecológico de la flora mexicana. La proporción a nivel de especie por tipo de vegetación, según este mismo autor, se encuentra de la siguiente forma: bosques de coníferas y encinos, 70%; matorrales xerófilos y pastizales, 60%; bosques caducifolios, subcaducifolios y espinosos con 40%; bosque mesófilo de montaña, 30%; 20 % en la vegetación arvense y ruderal y un 15% en la vegetación acuática y subacuática (Flores-Villela y Gerez, 1994).

Fauna

Desde los tiempos de Sclater la zona Mesoamericana se asignó a la región Neotropical pero con el sobrentendido de que es *transicional* en toda su fauna. Stuart (1971) presenta un mapa con los límites de la región neotropical con base en diferentes familias de mamíferos. Tales límites varían a tal grado que el representado por las familias Dasypodidae, Didelphidae, Erethizontidae y Tayassuidae en su punto más sureño concuerda con los límites sur de Aguascalientes. Mientras que el representado por las familias Callitricidae e Hydrochoeridae llega hasta Panamá (Stuart, 1971). Por estas razones a la Región donde se encuentra México, se le ha denominado *Zona de Transición Mesoamericana*.

* Hay grandeza en esta visión de la vida... Mientras que este planeta ha ido girando según la ley constante de la gravitación, a partir de este comienzo tan sencillo se desarrollaron y están evolucionando infinitas formas, cada vez más bellas y maravillosas.

La ciencia tiene que ser revisada constantemente.

Ernst Mayr

Métodos

Fuentes de Información

Se pidieron a diferentes instituciones las bases de datos de los registros de anfibios y reptiles de México, que tienen bajo su custodia. Posteriormente se depuraron y ordenaron dichas bases datos, esto es, se corrigieron los nombres científicos, se actualizaron las sinonimias o redundancias debidas a la 'falta de unificación de los datos'; además, se eliminaron todos aquellos registros que no estuvieran determinados o que no tuvieran datos de la localidad de recolecta precisos. Todas las actualizaciones se realizaron con base en la Addenda a la Herpetofauna Mexicana (Flores-Villela y Canseco, enviado). Se georreferenciaron las localidades de recolecta con la ayuda del programa o 'software' Arc View[®] versión 3.2 (ESRI, 1999). Esto se realizó en dos pasos: 1) Las localidades exactas de recolecta que se encontraban en la base de datos del INEGI (2000) se georreferenciaron de manera directa. 2) Para los demás puntos se utilizaron los mapas de estados, localidades, carreteras, ríos y cuerpos de agua. Todos los mapas y la base de localidades del INEGI (2000) fueron proporcionados por el laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (SIG's) del Instituto de Geografía, UNAM.

Análisis de Riqueza

Con los registros puntuales se hicieron los análisis de riqueza por taxones (familia, género y especie) y por áreas (cuadrantes de un grado, medio grado y estados). Para los análisis por cuadros se utilizaron las retículas de las figuras 4 y 5. Los análisis anteriores se hicieron mediante consultas en Arc View[®] versión 3.2 (ESRI, 1999) y Acces 2000. Los resultados se presentan en mapas de la República. Además se realizaron gráficas para observar el número de cuadros ocupados por las especies, esto es, la ocurrencia.

Estimadores

Para valorar si el tamaño de celda es el apropiado para el tipo de datos obtenidos se utilizaron dos índices de sesgo por submuestreo: Chao2, que es un estimador de riqueza basado en incidencia, e Incidence-based Coverage Estimator (ICE) (Colwell y Coddington, 1994). En el ICE, la cobertura estimada de la muestra es la proporción de todos los individuos en especies infrecuentes que no son únicos. Estos índices han sido probados

por Rojas-Parra *et al.*, (2003) mostrando que son útiles para detectar submuestreo o agregación espacial de los datos. Rojas-Parra *et al.*, (2003) afirman que para cada conjunto de datos existe un tamaño de retícula apropiado debido a las características de calidad biológica y geográfica (Rojas-Parra, *et al.* 2003). A continuación se muestran las fórmulas bajo las cuales trabajan los estimadores de riqueza.

Chao2, formula corregida: $S_{Chao2} = S_{obs} + [Q_1^2 / 2(Q_2 + 1)] - [Q_1 Q_2 / 2(Q_2 + 1)^2]$

ICE: tenemos que $S_{obs} = S_{nfr} + S_{freq}$,

$$S_{ke} = S_{freq} + (S_{nfr} / C_{ke}) + (Q_1 / C_{ke}) Y_{ke}^2$$

Donde: $C_{ke} = 1 - (Q_1 / N_{nfr})$, $N_{nfr} = \sum_{j=1}^{10} j Q_j$

y, $Y_{ke}^2 = \max \{ (S_{nfr} m_{nfr} \sum_{j=1}^{10} j(j-1) Q_j) / [C_{ke} (m_{nfr} - 1) (N_{nfr})^2] - 1, 0 \}$ variables:

S_{obs} = Número total de especies observadas en las muestras.

S_{nfr} = Número de especies infrecuentes (aquellas encontradas en menos de 10 muestras).

S_{freq} = Número de especies frecuentes (aquellas encontradas en más de 10 muestras).

m_{nfr} = Número de muestras que tienen al menos una especie infrecuente.

Q_j = Número de especies que se encuentran en j muestras exactamente (Q_1 es la frecuencia de únicos y Q_2 la frecuencia de duplicados).

N_{nfr} = Número de incidencias de las especies infrecuentes.

C_{ke} = Estimador de la cobertura de la muestra basado en incidencia.

Y_{ke}^2 = Coeficiente estimado de variación de los Q_j para especies infrecuentes.

También se calculó la curva de Coleman para detectar agregación espacial de los datos.

Aunque se sabe que es difícil detectar entre la agregación natural y artificial (Rojas-Parra *et al.*, 2003), Se obtuvo la curva de las especies 'raras' que son los únicos y duplicados.

* De ese arroyo surgieron chispas vivientes, que se posaron sobre las flores como rubies engarzados en oro; y entonces como si se hubieran embriagado con los aromas, se sumergieron nuevamente en la asombrosa corriente; cuando una chispa se hundía otra emergía.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

Complementariedad

Para elegir las áreas prioritarias se utilizó el método de complementariedad, propuesto por Humphries *et al.* (1991), que consiste en elegir las dos áreas que cuenten con la mayor diversidad posible. La primera área se selecciona de acuerdo al mayor número de especies contenidas, y la segunda debe tener el mayor número de especies adicionales que no se encuentren en la primera área. El valor de complementariedad es dado por el número de especies no compartidas (Faith y Walker, 1996). Se utilizaron los programas Biodiversity Pro (McAleece, 1997) y CPLEX (ILOG, 1999).

Para el análisis de complementariedad, se decidió utilizar la combinación de representar cada especie por lo menos en un sitio del conjunto complementario, no necesariamente minimizando dicho conjunto. Esto es utilizar la eficiencia máxima (Rodrigues *et al.*, 2000). Las matrices de los conjuntos complementarios se mapearon con ayuda del programa Arc View[®] versión 3.2 (ESRI, 1999). Una vez obtenida la representación cartográfica de los conjuntos complementarios se realizó el análisis de discrepancias (Scott *et al.*, 1988), con las áreas naturales protegidas y las regiones terrestres prioritarias para la conservación.*

* Por supuesto despreciaréis todo lo nuevo y fresco
y lo tildaréis de tosco y mezquino,
pues el arte no alcanzó la erudita corte
de la emperatriz Josefina.

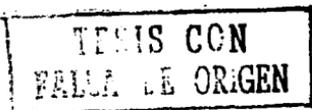
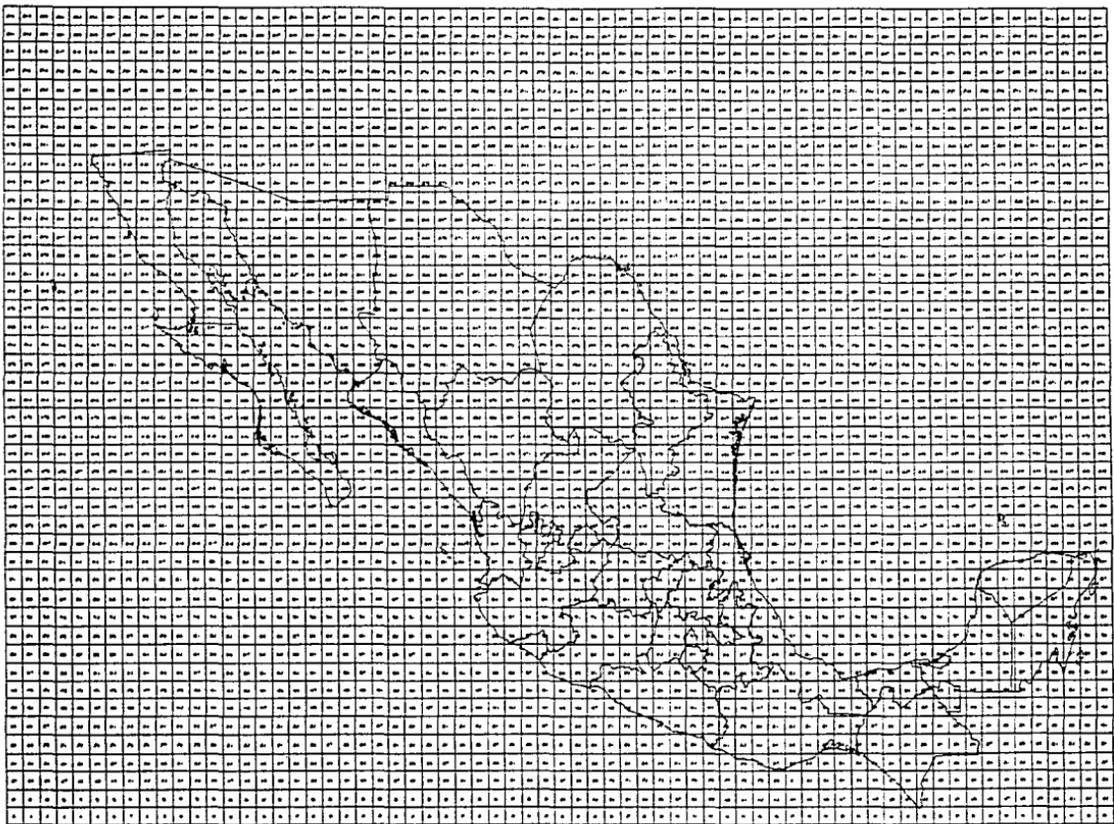
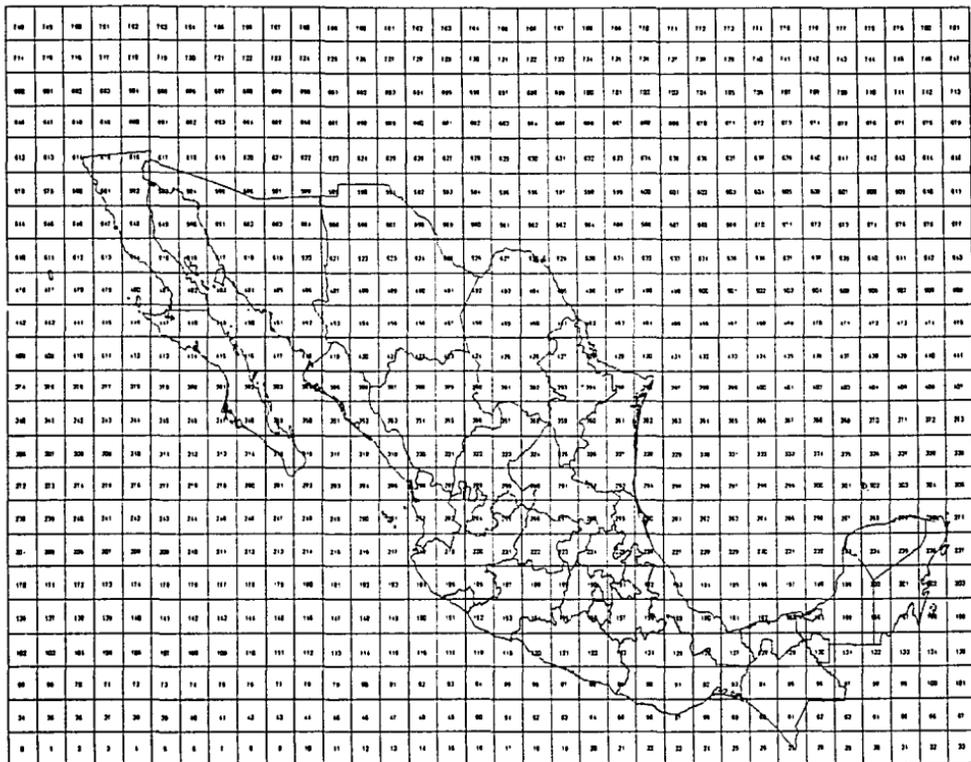


Figura 3. Mapa de la República Mexicana dividida en cuadrados de medio grado. Reticula provicida por el Laboratorio de SIG's y PR (I.G.).



Leticia Margarita Ochoa Ochoa

Figura 4. Mapa de la República Mexicana dividido en cuadros de un grado. Reticula proporcionada por el Laboratorio de SIG's y PR (I. G.).



El objetivo no es descubrir la verdad,
sino acercarnos un poco más a ella.
Crisci

Resultados

Se obtuvieron 182 106 registros de 26 proyectos y 106 colecciones (apéndice 1) proporcionados en su mayoría por la Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO). Después de depurarlos se obtuvieron 79 652 combinaciones únicas especie-localidad pertenecientes a 1014 especies (apéndice 2) de las 1153 citadas para la República Mexicana, y 30 023 registros pertenecientes a 554 especies endémicas de las 687 que habitan en nuestro país. En el cuadro 3 se pueden observar el número de registros obtenidos por familia, en el 4 el número de registros por género.

Cuadro 3. Número de registros por familias de herpetozoos citadas en el presente trabajo.					
FAMILIA	Número de registros	%	FAMILIA	Número de registros	%
Amphibia	56622	31.0963	CROTALIDAE	327	0.1796
AMBYSTOMATIDAE	2622	1.4400	CROTAPHYTIDAE	476	0.2614
BUFONIDAE	9950	5.4645	DERMATEMYDIDAE	65	0.0357
CAECILIIDAE	132	0.0725	DERMOCHELYIDAE	55	0.0302
CENTROLENIDAE	108	0.0593	DIBAMIDAE	38	0.0209
HYLIDAE	14557	7.9946	ELAPIDAE	891	0.4893
LEPTODACTYLIDAE	9386	5.1547	EMYDIDAE	679	0.3729
MICROHYLIDAE	1107	0.6080	EUBLEPHARIDAE	1325	0.7277
PELOBATIDAE	1666	0.9150	GEKKONIDAE	3711	2.0380
PLETHODONTIDAE	8851	4.8609	GYMNOPHTHALMIDAE	83	0.0456
RANIDAE	7817	4.2930	HELODERMATIDAE	313	0.1719
RHINOPHRYNIDAE	326	0.1790	HYDROPHIIDAE	4	0.0022
SALAMANDRIDAE	87	0.0478	IGUANIDAE	2955	1.6229
SIRENIDAE	13	0.0071	KINOSTERNIDAE	2561	1.4065
Reptilia	125467	689037	LEPTOTYPHLOPIDAE	629	0.3454
ALLIGATORIDAE	52	0.0286	LOXOCEMIDAE	92	0.0505
AMPHISBAENIDAE	55	0.0302	PHRYNOSOMATIDAE	38238	21.0000
ANGUIDAE	3851	2.1149	POLYCHRIDAE	6461	3.5483
ANILIIDAE	22	0.0121	SCINCIDAE	4818	2.6460
ANNIELLIDAE	191	0.1049	TEIIDAE	19316	10.6082
BATAGURIDAE	172	0.0945	TESTUDINIDAE	187	0.1027
BIPEDIDAE	81	0.0445	TRIONYCHIDAE	60	0.0330
BOIDAE	564	0.3097	TROPIDOPHEIDAE	22	0.0121
CHELONIIDAE	1539	0.8452	TYPHLOPIDAE	154	0.0846
CHELYDRIDAE	27	0.0148	VIPERIDAE	3376	1.8541
COLUBRIDAE	26957	14.8045	XANTUSIIDAE	1685	0.9254
CORYTOPHANIDAE	2143	1.1769	XENOSAURIDAE	1123	0.6167
CROCODYLIDAE	166	0.0912	Total	182089	100

En los anfibios la familia con mayor número de registros es la Hylidae, familia de las ranas arborícolas cuenta con 14 557 datos correspondientes al 7.9% del total de los registros

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

obtenidos de las colecciones. En México están citadas 93 especies, 59 de las cuales pertenecen al género *Hyla*. Este género ocupa el tercer lugar en anfibios con mayor número de registros para el país con 7 545 (4.14%). En total tiene 305 especies en el mundo (Glaw *et al.* 2000).

La familia Bufonidae o de 'sapos verdaderos', cosmopolita en regiones templadas y tropicales (Pough, *et al.* 2001), ocupa el segundo lugar en número de registros en México (9 950, 5.4 %) con 32 especies citadas todas pertenecientes al género *Bufo* con 9 950 correspondientes al 5.46% del total. El género *Bufo* tiene 255 especies en todo el mundo. Éste género es el que tiene el mayor número de registros, y *Bufo variceps* es el anfibio que comparte ésta característica (2849). Se encuentran ampliamente distribuidos y toleran lugares perturbados y semi -perturbados. Estas son causas probables de su alto número de registros en colecciones.

Rana género perteneciente a la familia de las 'ranas verdaderas' o Ranidae, tiene 242 especies registradas en todo el mundo excepto en grandes porciones de Australia (Glaw *et al.* 2000), es el segundo con mayor número de registros en la República con 26 especies citadas con 7 817 (4.29%). Tienen una buena tolerancia a los ambientes perturbados lo que ayuda a tenerlas bien representadas en colecciones.

Leptodactylidae o 'ranas del sur', es la familia de anfibios con mayor número de especies citadas en el mundo, y la tercera con mayor número de registros para México (9 386, 5.15%). El 95.45 % de las especies citadas para México pertenecen al género *Eleutherodactylus* que ocupa el cuarto lugar en cuanto a registros 6 363 (3.49%), y es el género más rico en especies de vertebrados del mundo (Pough, *et al.* 2001). Para la República están citadas 63 especies. La riqueza de especies y su distribución influyen directamente en la recolecta.*

Phrynosomatidae familia de las lagartijas cornudas o espinosas ocupa el primer lugar en el número de registros obtenidos para México con 38 238 equivalentes al 21% del total. Pertenecen a esta familia el género con mayor número de registros, *Sceloporus* con 29 863 que representan un 16.39% del total, y las dos especies con mayor número de registros

* Un minuto de oscuridad no nos volverá ciegos.

Sceloporus gramicus (4701) y *Sceloporus variabilis* (3956), especies ampliamente distribuidas que se puede encontrar en casi todos lados.

La familia en segundo lugar con mayor número de registros es la Colubridae (26 957, 14.8%). Esta enorme familia de distribución mundial contiene alrededor de 1 700 especies equivalentes al 70 % de todas las serpientes conocidas (Pough, *et al.* 2001). Su estatus taxonómico está en discusión y actualmente se reconoce como parafilético (Zug, *et al.* 2001). Para México están citadas 277 especies correspondientes al 24 % del total de herpetozoos. Factor que influye directamente en el número de registros.

Teiidae es la tercera familia con mayor número de registros (19 316, 10.6 %). Posee 105 especies (Pough, *et al.* 2001). El género *Aspidoscelis* con el segundo mayor número de registros con 6 456 (3.5%) pertenece a esta familia. *Aspidoscelis gularis* es la tercera especie de herpetozoos con mayor número de registros para México (3394). Además de que tienen una ocurrencia amplia (Zug, *et al.* 2001), influyendo directamente en los registros en colecciones. La familia menos representada es Hydrophiidae con solamente 4 ejemplares, seguida de la familia Sirenidae con 13 registros en las colecciones revisadas.

Cuadro 4. Número de registros de anfibios y reptiles por género citados en el presente estudio.

GENERO	Número de registros	%	GENERO	Número de registros	%
Amphibia					
Acris	5	0.0027	Nyctanolis	2	0.0011
Agalychnis	386	0.2120	Oedipina	3	0.0016
Ambystoma	2619	1.4383	Pachymedusa	476	0.2614
Anothea	115	0.0632	Parvimolge	67	0.0368
Apalone	60	0.0330	Phrynosomas	472	0.2592
Bolitoglossa	1473	0.8084	Physalaemus	331	0.1818
Bufo	9950	5.4644	Plectrohyla	577	0.3169
Chiropoterotriton	2700	1.4828	Pseudacris	473	0.2598
Cryptotriton	3	0.0016	Pseudoeurycea	3528	1.9375
Dendrotriton	260	0.1428	Pteromohyla	207	0.1137
Dermophis	132	0.0725	Ptychohyla	242	0.1329
Duellmanohyla	79	0.0434	Rana	7817	4.2930
Eleutherodactylus	6363	3.4944	Rhinophrynus	326	0.1790
Gastrophryne	605	0.3323	Scaphiopus	663	0.3641
Hyalinobatrachium	108	0.0593	Scinax	921	0.5058
Hyla	7554	4.1485	Siren	13	0.0071
Hypopachus	497	0.2729	Smilisca	2917	1.6020
Ixalotriton	27	0.0148	Spaa	1007	0.5530

* Nada hay en este mundo que esté aislado; por ley divina, todas las cosas se funden entre sí.

Percy B.Shelley

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

Cuadro 4 (Continuación). Número de registros de anfibios y reptiles por género citados en el presente estudio.

<i>Leptodactylus</i>	2700	1.4828	<i>Thorius</i>	639	0.3509
<i>Lineatrilion</i>	131	0.0719	<i>Tripiron</i>	126	0.0692
Reptilia					
<i>Abronia</i>	572	0.3141	<i>Hypsiglena</i>	296	0.1626
<i>Adelophis</i>	7	0.0038	<i>Igurana</i>	412	0.2263
<i>Adelphicos</i>	235	0.1291	<i>Imantodes</i>	414	0.2274
<i>Agkistrodon</i>	112	0.0615	<i>Kinosternon</i>	2376	1.3049
<i>Amastridium</i>	36	0.0198	<i>Laemancus</i>	190	0.1043
<i>Ameiva</i>	3087	1.6953	<i>Lampropeltis</i>	643	0.3531
<i>Aneides</i>	10	0.0055	<i>Lepidochelys</i>	1401	0.7694
<i>Anelytropis</i>	38	0.0209	<i>Lepidophyma</i>	1261	0.6925
<i>Anguis</i>	8	0.0044	<i>Leptodeira</i>	1690	0.9281
<i>Anniella</i>	191	0.1049	<i>Leptophis</i>	584	0.3207
<i>Anolis</i>	6456	3.5455	<i>Leptotyphlops</i>	630	0.3460
<i>Aristelliger</i>	36	0.0198	<i>Loxocemus</i>	114	0.0626
<i>Arizona</i>	171	0.0939	<i>Mabuia</i>	633	0.3476
<i>Aspidoscelis</i>	16226	8.9110	<i>Manolepis</i>	170	0.0934
<i>Atropoides</i>	75	0.0412	<i>Masticophis</i>	1209	0.6640
<i>Barisia</i>	1210	0.6645	<i>Mesaspis</i>	835	0.4586
<i>Basiliscus</i>	1692	0.9292	<i>Mesosincus</i>	54	0.0297
<i>Batrachoseps</i>	13	0.0071	<i>Micruroides</i>	12	0.0066
<i>Bipes</i>	136	0.0747	<i>Micrurus</i>	783	0.4300
<i>Boa</i>	546	0.2999	<i>Nerodia</i>	301	0.1653
<i>Bogertophis</i>	13	0.0071	<i>Ninia</i>	740	0.4064
<i>Bothriechis</i>	33	0.0181	<i>Notophthalmus</i>	87	0.0478
<i>Bothrops</i>	421	0.2312	<i>Ophedrys</i>	16	0.0088
<i>Caiman</i>	52	0.0286	<i>Ophryacus</i>	83	0.0456
<i>Callisaurus</i>	762	0.4185	<i>Oxybelis</i>	533	0.2927
<i>Careta</i>	69	0.0379	<i>Oxyrhopus</i>	62	0.0340
<i>Celestus</i>	83	0.0456	<i>Pantherophis</i>	275	0.1510
<i>Corrophidion</i>	108	0.0593	<i>Pelamis</i>	105	0.0577
<i>Charina</i>	18	0.0099	<i>Petrosaurus</i>	114	0.0626
<i>Chelonia</i>	56	0.0308	<i>Phrynosoma</i>	1753	0.9627
<i>Chelydra</i>	27	0.0148	<i>Phyllodactylus</i>	2136	1.1731
<i>Chersodromus</i>	72	0.0395	<i>Phyllorhynchus</i>	60	0.0330
<i>Chilomeniscus</i>	92	0.0505	<i>Pituophis</i>	724	0.3976
<i>Chionactis</i>	44	0.0242	<i>Pliocercus</i>	301	0.1653
<i>Chrysemys</i>	24	0.0132	<i>Porthidium</i>	221	0.1214
<i>Claudius</i>	88	0.0483	<i>Porthidium</i>	221	0.1214
<i>Clelia</i>	62	0.0340	<i>Pseudemys</i>	17	0.0093
<i>Coleonyx</i>	1391	0.7639	<i>Pseudoficimia</i>	49	0.0269
<i>Coluber</i>	46	0.0253	<i>Pseudoleptodeira</i>	26	0.0143
<i>Coniophanes</i>	1080	0.5931	<i>Pseustes</i>	75	0.0412
<i>Conopsis</i>	377	0.2070	<i>Ramphotyphlops</i>	111	0.0610
<i>Conopsis</i>	4434	2.4351	<i>Rhadinaea</i>	807	0.4432
<i>Cophosaurus</i>	641	0.3520	<i>Rhinocheilus</i>	191	0.1049
<i>Corytophanes</i>	261	0.1433	<i>Rhinoclemmys</i>	276	0.1516
<i>Crocodylus</i>	166	0.0912	<i>Salvadora</i>	639	0.3509
<i>Crotalus</i>	2465	1.3537	<i>Sauromalus</i>	242	0.1329
<i>Crotaphytus</i>	334	0.1834	<i>Scaphiodontophis</i>	117	0.0643

Cuadro 4 (Continuación). Número de registros de anfibios y reptiles por género citados en el presente estudio.

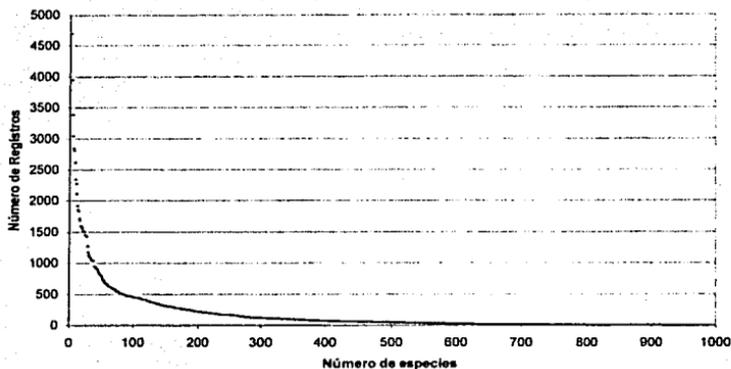
<i>Cryophis</i>	5	0.0027	<i>Sceloporus</i>	29843	16.3892
<i>Ctenosaura</i>	1971	1.0819	<i>Scincella</i>	555	0.3048
<i>Dendrophidion</i>	51	0.0280	<i>Senticolis</i>	260	0.1428
<i>Dermatemys</i>	65	0.0357	<i>Sibon</i>	139	0.0763
<i>Dermochelys</i>	55	0.0302	<i>Sistrurus</i>	181	0.0994
<i>Diadophis</i>	91	0.0500	<i>Sonora</i>	83	0.0456
<i>Dipsas</i>	51	0.0280	<i>Sphaerodactylus</i>	545	0.2993
<i>Dipsosaurus</i>	315	0.1730	<i>Sphenomorphus</i>	842	0.4624
<i>Dryadophis</i>	486	0.2669	<i>Spilotus</i>	219	0.1203
<i>Drymarchon</i>	577	0.3169	<i>Staurotyphlus</i>	97	0.0533
<i>Drymobius</i>	794	0.4361	<i>Stenorrhina</i>	350	0.1922
<i>Eigania</i>	384	0.2109	<i>Storenia</i>	445	0.2444
<i>Emys</i>	1	0.0005	<i>Symphimus</i>	44	0.0242
<i>Enallius</i>	85	0.0467	<i>Sympholis</i>	15	0.0082
<i>Eremochelys</i>	13	0.0071	<i>Tantakophis</i>	5	0.0027
<i>Eridiphas</i>	3	0.0016	<i>Tantilla</i>	548	0.3010
<i>Eumeces</i>	2736	1.5026	<i>Tantillita</i>	29	0.0159
<i>Exiliboa</i>	17	0.0093	<i>Terrapene</i>	136	0.0747
<i>Ficimia</i>	305	0.1675	<i>Thamnophis</i>	3672	2.0186
<i>Gambelia</i>	142	0.0780	<i>Thecadactylus</i>	108	0.0593
<i>Geogras</i>	66	0.0362	<i>Trachemys</i>	397	0.2180
<i>Gehya</i>	131	0.0719	<i>Tretanorhinus</i>	39	0.0214
<i>Geophis</i>	868	0.4767	<i>Trimorphodon</i>	576	0.3163
<i>Gerrhonotus</i>	772	0.4240	<i>Tropidodipsas</i>	305	0.1675
<i>Gonatodes</i>	21	0.0115	<i>Typhlops</i>	43	0.0236
<i>Gopherus</i>	187	0.1027	<i>Uma</i>	76	0.0417
<i>Gyalopion</i>	35	0.0192	<i>Ungaliophis</i>	5	0.0027
<i>Gymnophthalmus</i>	84	0.0461	<i>Urosaurus</i>	2456	1.3488
<i>Heloderma</i>	313	0.1719	<i>Uta</i>	1790	0.9830
<i>Hemidactylus</i>	669	0.3674	<i>Xantusia</i>	424	0.2329
<i>Heterodon</i>	53	0.0291	<i>Xantusia</i>	424	0.2329
<i>Halbrookia</i>	808	0.4437	<i>Xenosaurus</i>	1123	0.6167
			Total	182206	100.0000

El género *Anolis*, tercero en número de registros para México con 16 826 (8.9%), tiene aproximadamente 400 especies descritas, se distribuyen desde el sureste de Estados Unidos hasta la mayor parte de Sudamérica (Pough, *et al.* 2001).

* La imagen de aquel ser había penetrado en su alma para siempre y ni una palabra había roto el santo silencio de su éxtasis... Un ángel salvaje se le había aparecido, un ángel de la juventud mortal, de la belleza mortal, enviado por el tribunal estricto de la vida para abrirse de par en par, en un instante de éxtasis, las puertas de todos los caminos del error y de la gloria.

James Joyce

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.



Gráfica 1. Número de registros por especies de anfibios y reptiles de México.

En general sólo 84, esto es el 8.5 % de las especies tienen más de 500 registros, y el 65% que corresponde a 642 especies tienen 100 registros o menos. El 22.08%, 218 especies solamente cuentan con 10 registros o menos (Gráfica 1).

Estados.

El número de registros por estado se representa en el figura 5. El estado con mayor número de registros es Veracruz con 22 009, el cual tiene el 3.67% de la superficie del país, no coincide ni con el estado de mayor superficie, ni con el de mayor riqueza, sin embargo este estado cuenta con una alta tradición en recolecta herpetofaunística (Flores Vilella, *et al.* en prep.). El estado que le sigue en número de registros es Chiapas con 21 246 y sólo el 3.75 % del territorio, en tercer lugar se ubica Oaxaca teniendo 16 841 registros y coincide con el que tiene mayor número de especies citadas (425).

La riqueza por estados se puede observar en observar en el cuadro 5 y en la figura 6. El estado con mayor número de especies, como se mencionó anteriormente es Oaxaca con 425, le siguen Chiapas con 363 especies y Veracruz con 357. Es evidente que además son de los estados con mayor número de registros.

* Solo el amor convierte en milagro el barro.

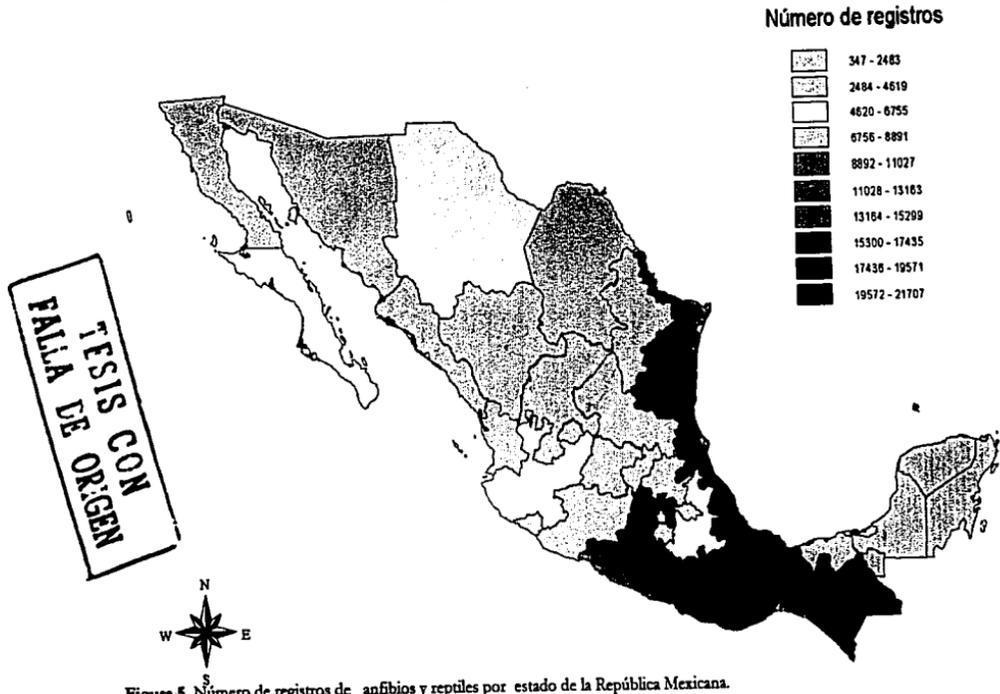
Cuadro 5. Número de registros y especies por unidad de superficie (Km²) en los estados del país.

Estado	Superficie (km ²)	No. de registros	Número de registros/Km ²	Número de especies	Número de especies/ Km ²
AGUASCALIENTES	5272	575	0.1091	62	0.0118
BAJA CALIFORNIA	71505	2730	0.0382	110	0.0015
BAJA CALIFORNIA SUR	73948	4773	0.0645	100	0.0014
CAMPECHE	57033	2138	0.0375	127	0.0022
CHIAPAS	73628	21246	0.2886	369	0.0050
CHIHUAHUA	245962	5743	0.0233	163	0.0007
COAHUILA	150615	3446	0.0229	131	0.0009
COLIMA	5466	2349	0.4297	129	0.0236
DISTRITO FEDERAL	1525	3684	2.4157	134	0.0879
DURANGO	122792	2934	0.0239	153	0.0012
ESTADO DE MEXICO	21419	11480	0.5360	175	0.0082
GUANAJUATO	31032	869	0.0280	115	0.0037
GUERRERO	64791	8971	0.1385	270	0.0042
HIDALGO	20664	3037	0.1470	170	0.0082
JALISCO	79085	4811	0.0608	212	0.0027
MICHOACAN	58585	7632	0.1303	224	0.0038
MORELOS	4961	2266	0.4568	147	0.0296
NAYARIT	27103	2556	0.0943	173	0.0064
NUEVO LEON	64742	6896	0.1065	160	0.0025
OAXACA	93147	16841	0.1808	425	0.0046
PUEBLA	34155	5802	0.1699	246	0.0072
QUERETARO	12114	4406	0.3637	142	0.0117
QUINTANA ROO	39201	1424	0.0363	131	0.0033
SAN LUIS POTOSI	63778	4596	0.0721	200	0.0031
SINALOA	58359	1865	0.0320	149	0.0026
SONORA	180605	4508	0.0250	181	0.0010
TABASCO	24612	1221	0.0496	118	0.0048
TAMAULIPAS	79686	11809	0.1482	194	0.0024
TLAXCALA	4052	347	0.0856	44	0.0109
VERACRUZ	72005	22009	0.3057	357	0.0050
YUCATAN	43577	2447	0.0562	119	0.0027
ZACATECAS	73829	806	0.0109	99	0.0013

Sin embargo no coinciden en ser los más grandes, pero sí en la larga tradición de recolecta, de la cual han sido focos (Flores-Villela, *et al.* en preparación). El segundo estado menos rico es Aguascalientes que, en este caso sí podría ir de acuerdo al tamaño. Sin embargo, también es el segundo menos recolectado.

Cuadros.

En los cuadros de un 1° x 1°, 64 de éstos poseen 3 o menos registros, 135 cuadros, esto es el 16.5 %, tienen 10 o menos registros. Sólo 19 que representa el 2.32 % de los cuadros sobrepasan los 2000 registros, siendo los de mayor número de registros: el cuadro con ID 158 con 10 047 registros ubicado en la parte



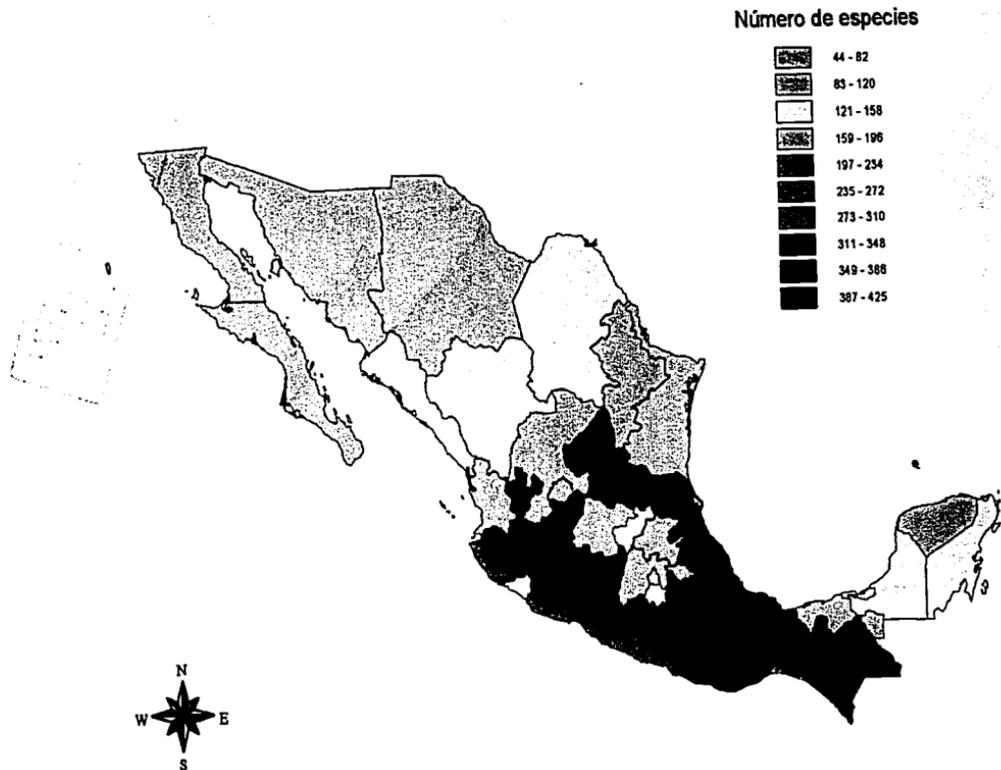
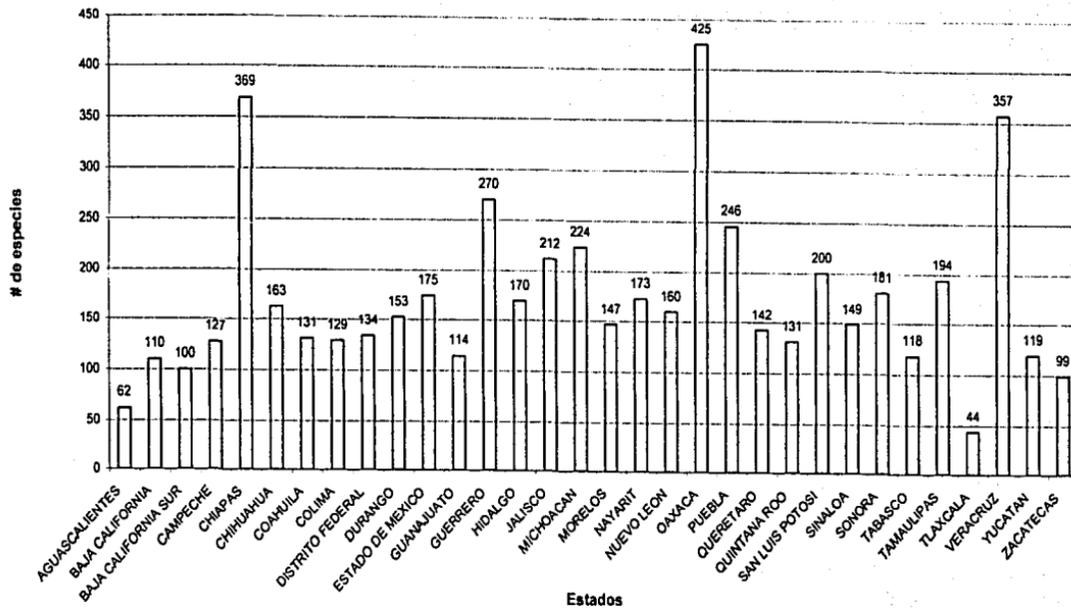


Figura 6. Riqueza de anfibios y reptiles por Estado de la República Mexicana.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.



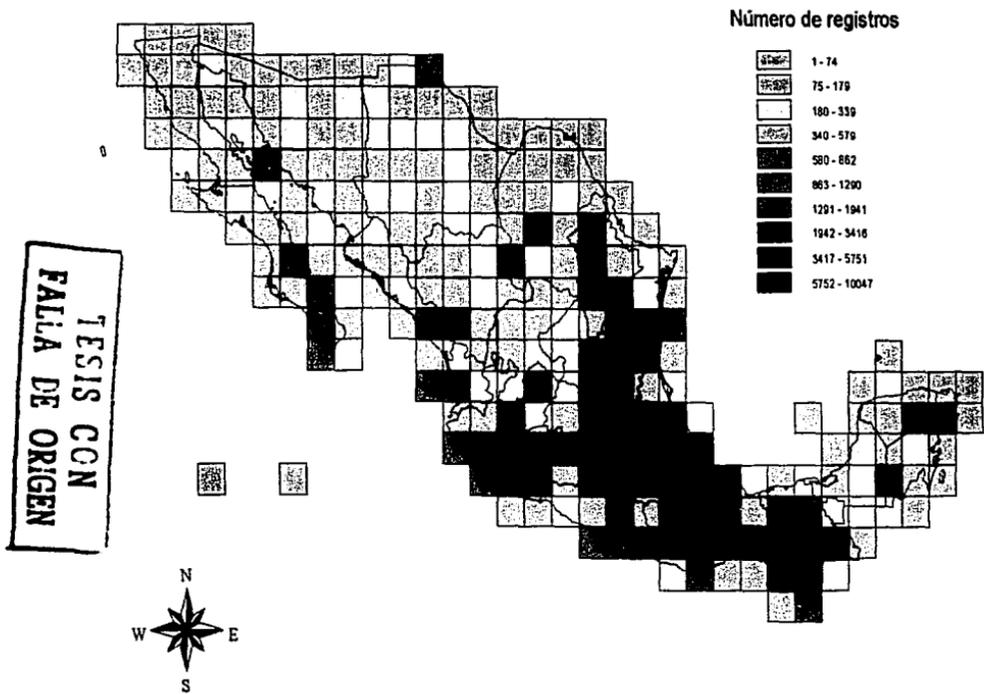
Gráfica 2. Riqueza de Anfibios y Reptiles por Estados de la República.

sureste de Puebla, en la región de Tehuacán, hasta Ciudad Mendoza y Orizaba en Veracruz. Siguiendo el 190 con 7 032, el cual, abarca toda la parte del Distrito Federal hacia el norte el Estado de México; y después el 156 con 5 751 registros, que se encuentra justo al sur del cuadro 190, comprende prácticamente todo el estado de Morelos, la parte sureste del Estado de México y el noreste de Guerrero, pueden apreciarse en la figura 7. La ocurrencia de las especies por cuadro se puede observar en la gráfica 5, donde el 43.7% de las especies ocupan 5 cuadros o menos.

Los resultados de riqueza son muy similares. El cuadro 158 además de ser el más rico en número de registros es el que tiene más especies con 258 reconocidas. Le sigue el cuadro 94 con 237 especies teniendo 4893, este cuadro comprende el área de Tuxtla Gutiérrez hasta Tonalá, y posteriormente el 192 con 235 especies y 5 499 registros, se localiza justo al norte del cuadro 158 y abarca la parte norte de Puebla hasta la región de Perote en Veracruz. Sólo en el primer caso podemos relacionar directamente el número de registros con la riqueza de especies. Aunque en los otros dos casos el número de registros, no es de los más altos no es nada despreciable. Ambos valores se encuentran entre los 10 cuadros con más registros de anfibios y reptiles para la República Mexicana (Figura 8). Por otro lado, más del 50% de los cuadros, el 51.96 % tienen registradas menos de 50 especies.

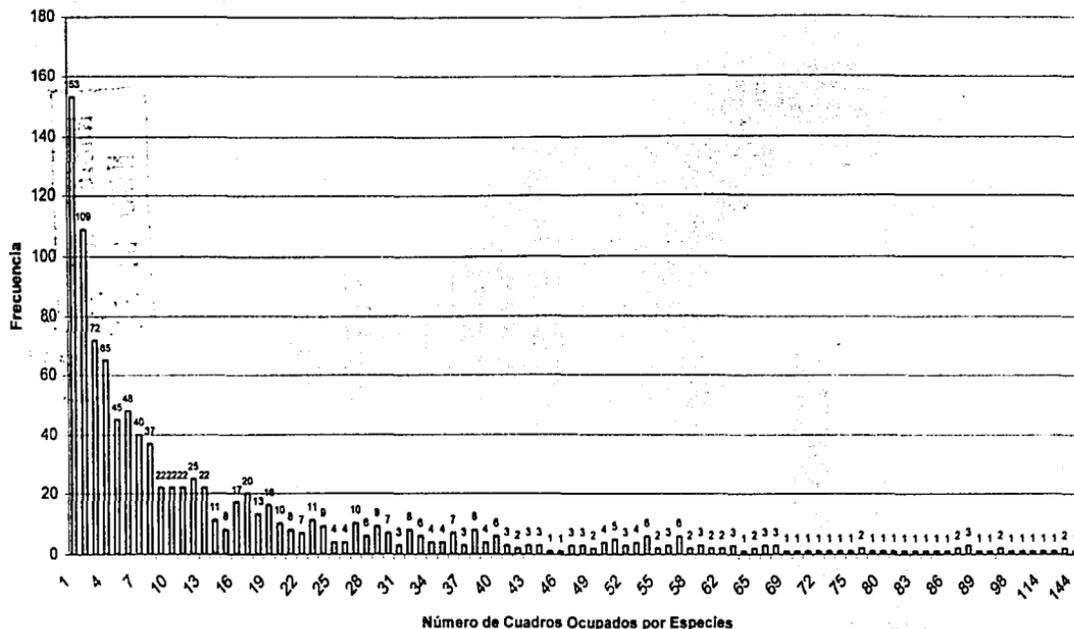
En los cuadros de $\frac{1}{2}$ grado, sólo 10 pasan los 3 000 registros, y de estos el que tiene mayor número de registros es el cuadro con ID 648 con 6189, localizado en la región de Orizaba y Córdoba (Puebla), le siguen los cuadros 442 y 188 con 4100 registros cada uno, el primero se encuentra en el área de Chilpancingo (Guerrero), el segundo localizado en la zona de Huixtla en el sureste de Chiapas. Después el 711 con 3813, que comprende el Distrito Federal. De los 817 cuadros con registros 721 cuentan con menos de 500 registros (Figura 9). La diferencia del número de registros entre el cuadro de un grado con mayor número de registros y el cuadro de medio grado con mayor número de registros no va en relación con el área de los cuadros. No hay diferencias significativas. Lo cual puede indicar una agregación espacial de los datos. El promedio de riqueza en ambos tipos de cuadros, de un grado y medio grado, y su desviación estándar se muestra en la gráfica 4.*

* La fantasía es una tranquilidad, una promesa de que la paz del *paratlo*, que se conoció primero dentro del útero materno, no debe perderse.



Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

Figura 7. Registros de herpetofauna en la República Mexicana por cuadrados de un grado.



Gráfica 3. Frecuencia de especies de anfibios y reptiles por cuadros (1 grado) en la República Mexicana.

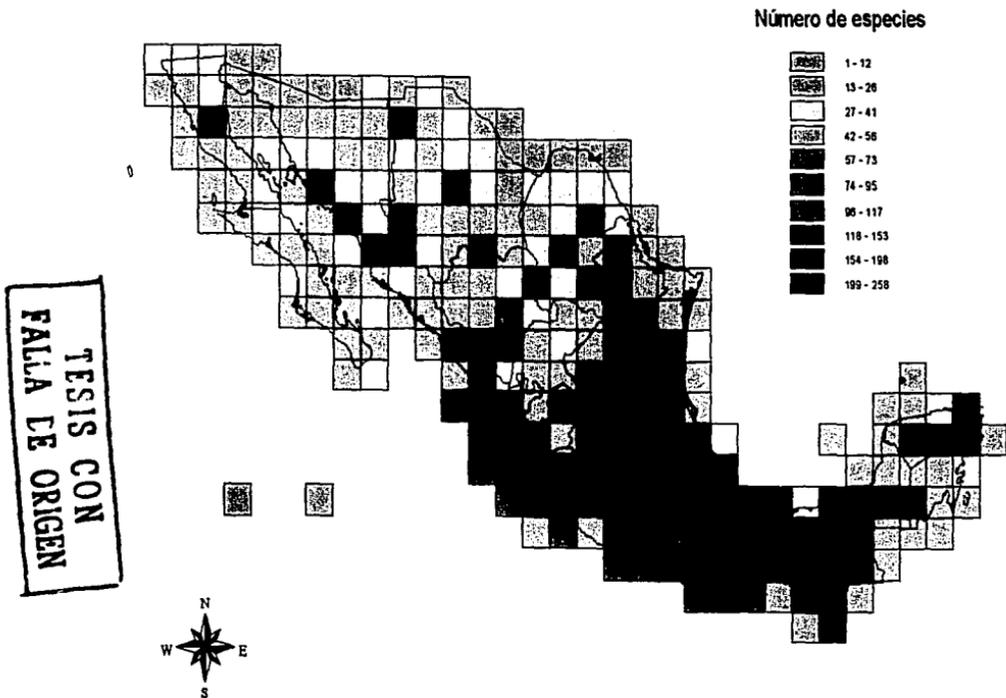


Figura 8. Riqueza de anfibios y reptiles de la República Mexicana por cuadros de un grado.

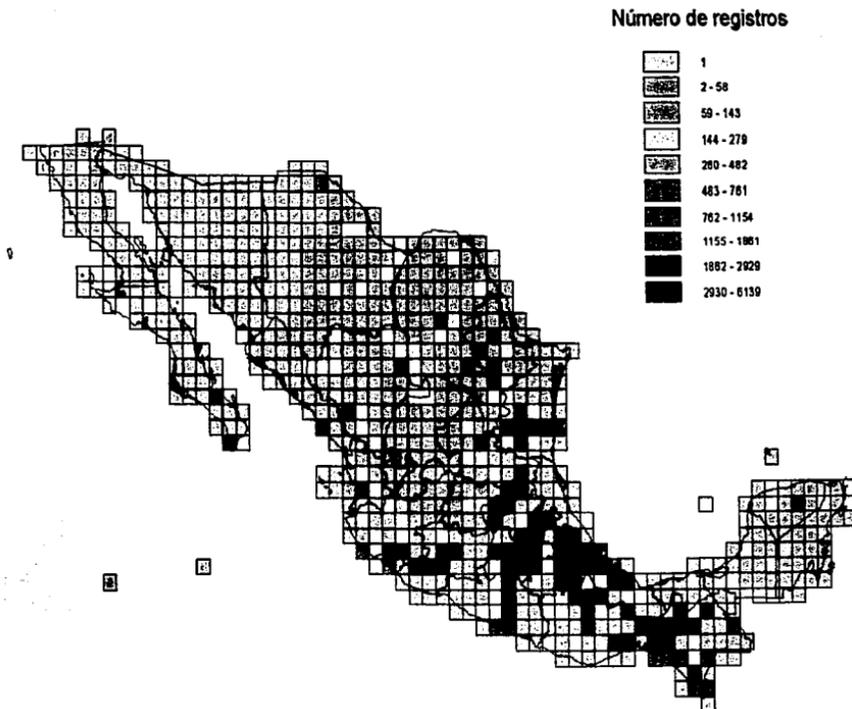
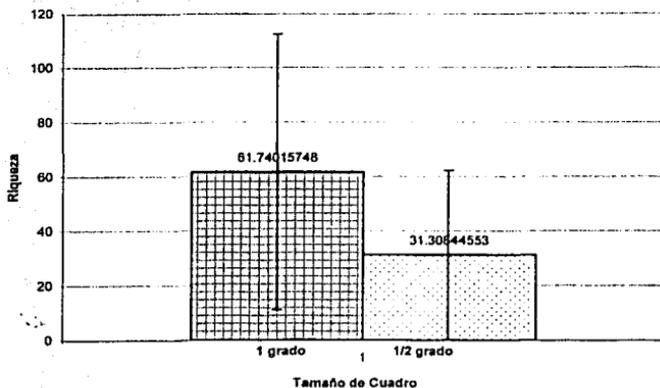


Figura 9. Registros de anfibios y reptiles por cuadros de medio grado para la República Mexicana.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

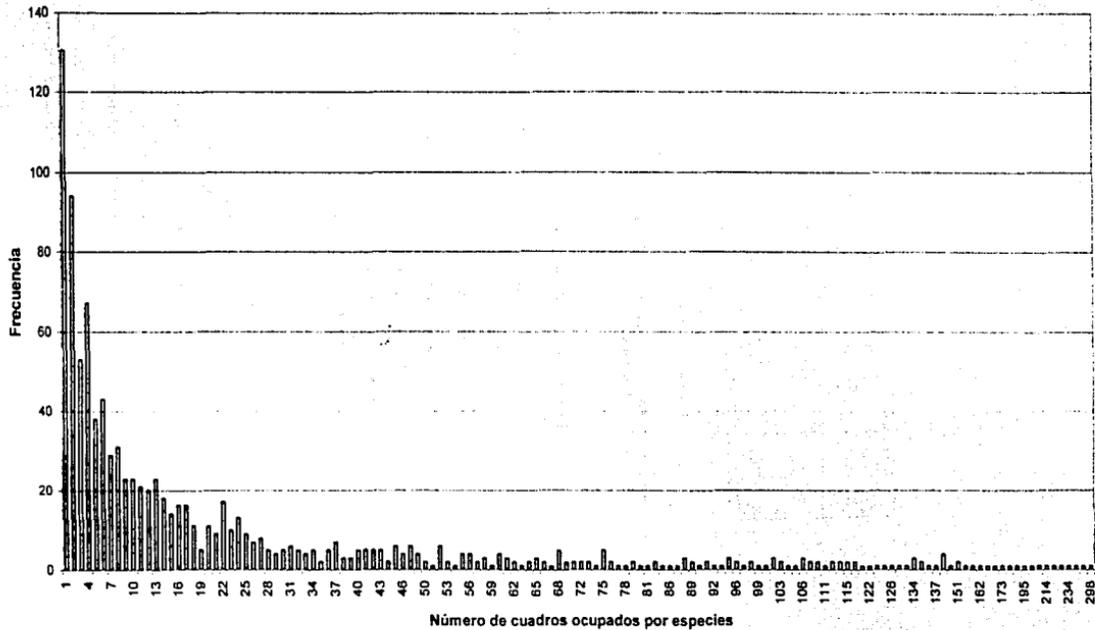


Gráfica 4. Riqueza promedio de Anfibios y Reptiles por Cuadros en la República Mexicana.

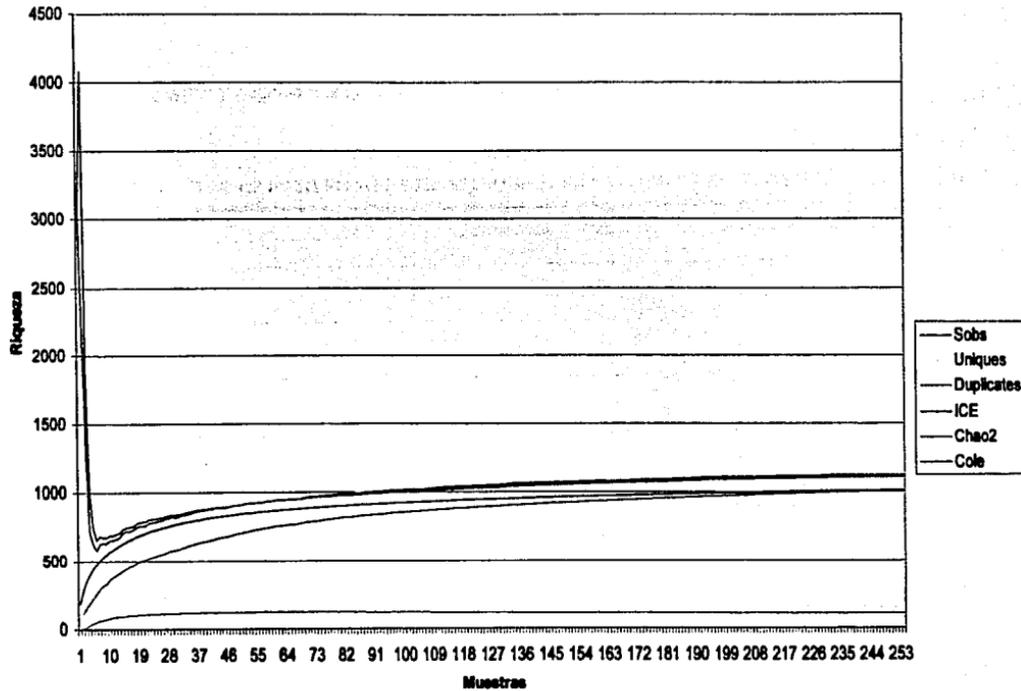
En la ocurrencia de especies por cuadros puede observarse (Gráfica 5) que el 37.77 % de las especies sólo se han registrado en 5 cuadros o menos, y el 12.91 % de las especies se han registrado sólo en un cuadro. Los cuadros más ricos en especies son: en primer lugar coincidiendo con el que tiene mayor número de registros es el 648 con 195 especies registradas, en segundo lugar 317 con 180, ubicado en el Istmo de Tehuantepec, en la zona de Santo Domingo Tehuantepec (Oaxaca), y en tercer lugar el 715 con 178, localizado al norte del cuadro 648 abarca la región de Xalapa en Veracruz. Del total sólo 15 sobrepasan las 140 especies registradas, y 218 cuadros, el 26.68 % tienen 20 especies o menos registradas (Figura 10).

Estimadores de riqueza

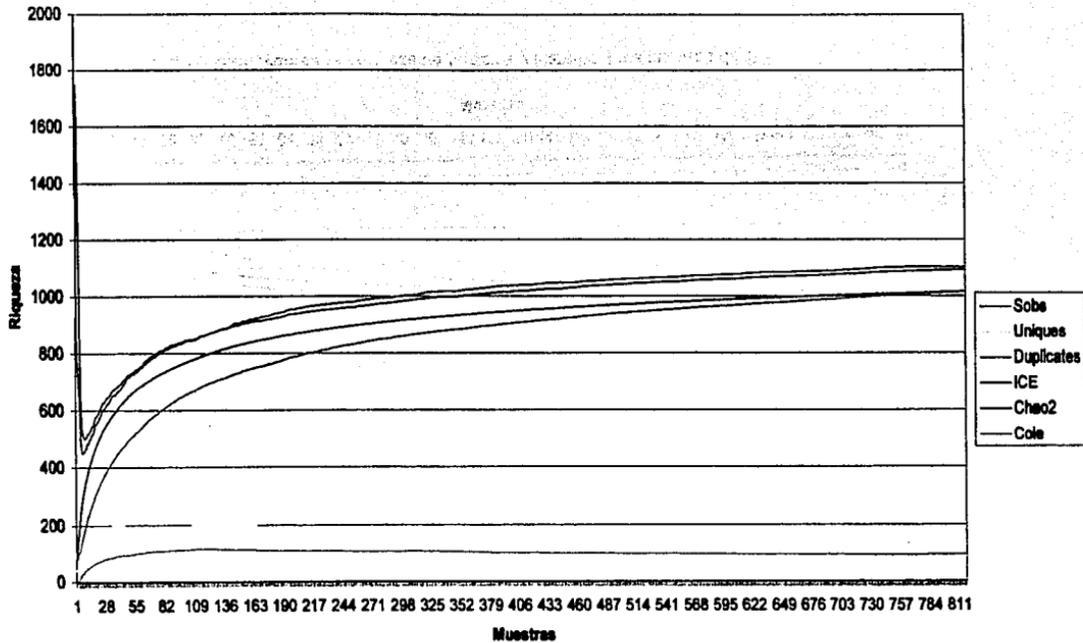
Las gráficas 6 y 7 muestran los estimadores de riqueza para 1 grado y 1/2 grado respectivamente. La curva de Coleman, que provee una visión de los datos como si los individuos estuvieran distribuidos y fueran muestreados aleatoriamente (Heyer *et al.* 1999), en ambos casos siguen la curva de los observados. La curva de Coleman muestra agregamiento espacial de los datos en ambos casos. Es de importancia que en ninguno de los casos la curva cae por debajo de los observados, esto puede ser porque relativamente muchas especies ocurren en desproporcionadamente pocas muestras.



Gráfica 5. Frecuencia de especies de anfibios y reptiles por cuadro (1/2 grado) en la República Mexicana.



Gráfica 6. Estimadores de Riqueza de Anfibios y Reptiles para cuadros de 1°.



Gráfica 7. Estimadores de Riqueza de Anfibios y Reptiles para cuadros de 1/2°.

Complementariedad

De los análisis de complementariedad se obtuvieron dos conjuntos de cuadros complementarios: uno para los cuadros de medio grado y otra para los cuadros de un grado. Los resultados de la matriz de un grado los podemos observar en la figura 11, los de la matriz de medio grado en la 12. Ambas figuras muestran que el mayor número de sitios a necesarios para conservar las especies de anfibios y reptiles en al menos una localidad se encuentra en el sur de la República en la región que comprende los estados de Veracruz, Chiapas, Oaxaca y Guerrero.

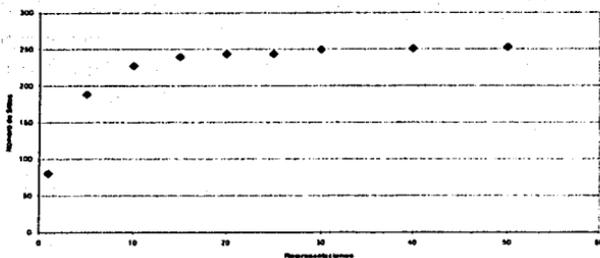


Gráfico 8. Complementariedad en los cuadros de 1 grado.

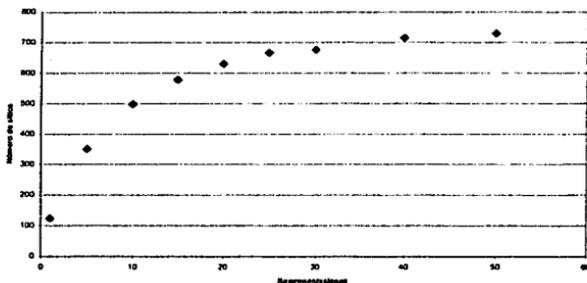


Gráfico 9. Complementariedad en cuadros de medio grado.

Debido a que no se están minimizando el número de cuadros de los conjuntos complementarios, conforme se le piden más representaciones al programa aumenta el número de sitios que se tienen que preservar para conservar todas las especies por lo menos 1 vez, de tal manera que llega un punto en el que se tienen que conservar todos los

sitios para conservar todas las especies, esto se puede observar en las gráficas 8 (un grado) y 9 (medio grado). Dependiendo del número de representaciones que tenga que hacer el programa para alcanzar la asíntota, es la calidad de los datos, esto significa, que tan homogéneamente están distribuidas las especies con las que se está trabajando, entre más representaciones menos homogéneos, lo que puede implicar más endemismos.

Al sobrelapar el conjunto de cuadros complementarios de ambos tamaños de retícula se puede observar que más del 85% de los cuadros de medio grado concuerdan con los de un grado (Figura 13). Debido a esta concordancia tan grande se decidió utilizar los cuadros de medio grado para los análisis de discrepancias (Scott *et al.*, 1988), con las áreas naturales protegidas (Figura 14) y las regiones terrestres prioritarias para la conservación (Figura 15). Sólo el 31 % del total de las áreas naturales protegidas pertenece al conjunto de cuadros complementarios. A diferencia de lo que ocurre con las regiones terrestres prioritarias, donde el número de cuadros que se ubican dentro de alguna de las regiones es mayor, sin embargo estas regiones no están siendo protegidas, solamente son propuestas.

Después de hacer al hombre, el creador tomó la redondez de la luna,
las curvas del reptante, la ligereza de las hojas, el llanto de las nubes,
la crueldad del tigre, la paciencia del elefante, el tenue fulgor del grajo,
e hizo a la mujer...

Leyenda sánscrita

TEGIS CON
FALLA EN ORIGEN

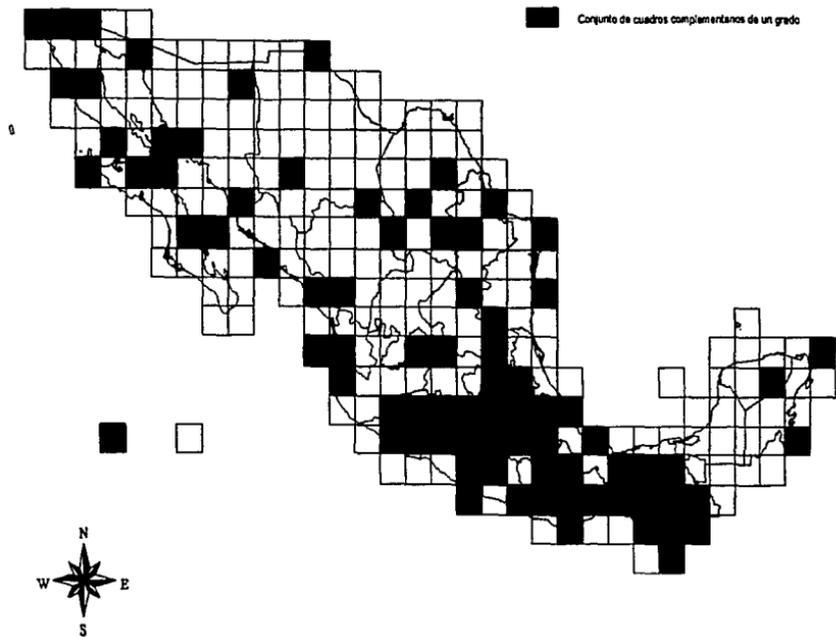


Figura 11. Cuadros complementarios de un grado para toda la República Mexicana.

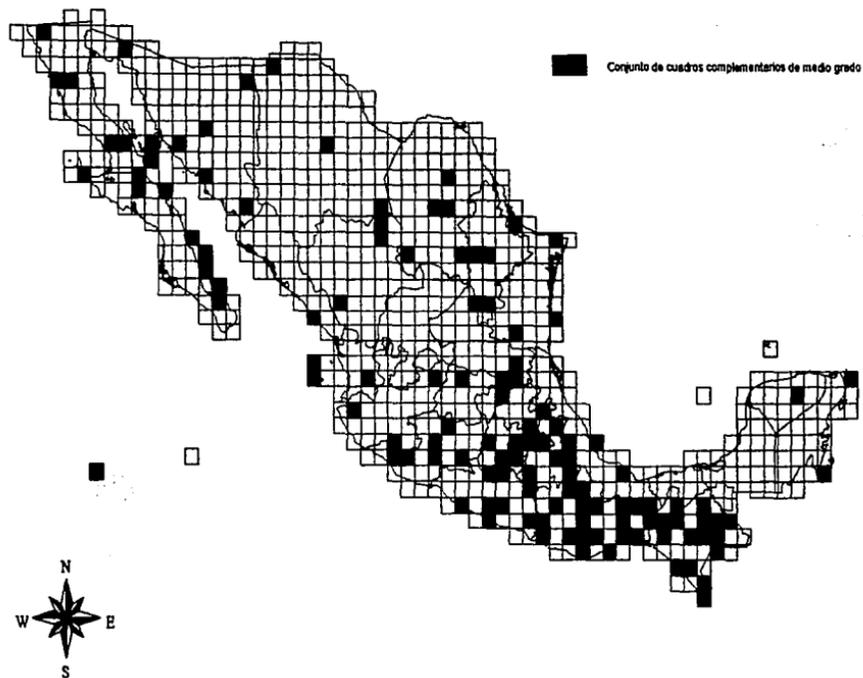


Figura 12. Cuadros complementarios de medio grado para toda la República Mexicana.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

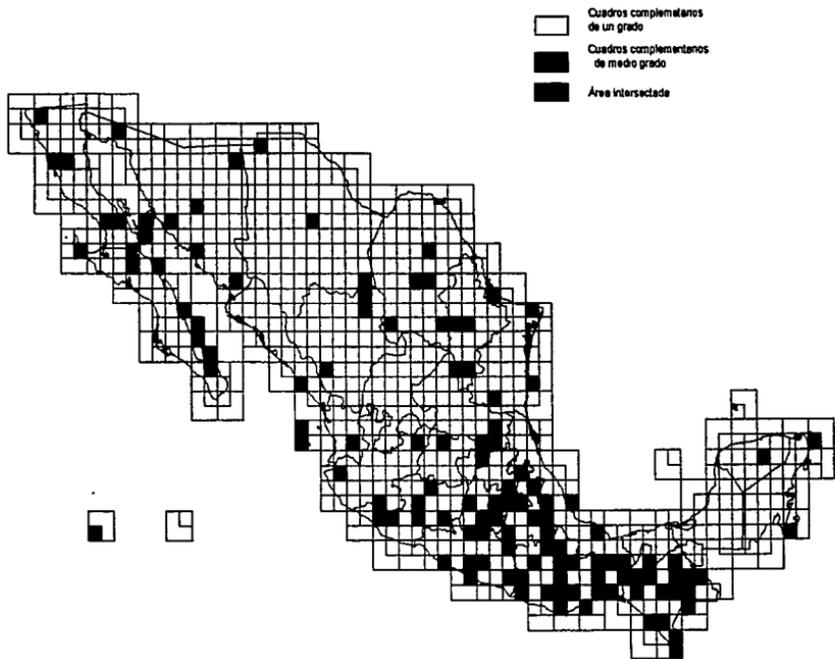


Figura 13. Sobrelapamiento de los cuadros complementarios de uno y medio grado para toda la República Mexicana.

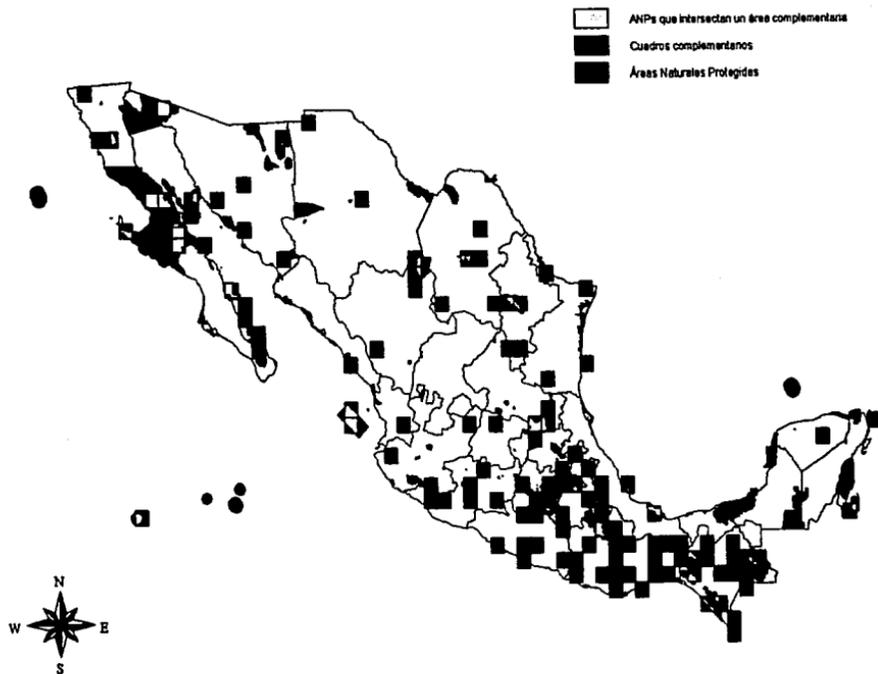


Figura 14. Resultado del análisis de discrepancias del conjunto de cuadros complementarios de medio grado y las áreas naturales protegidas.

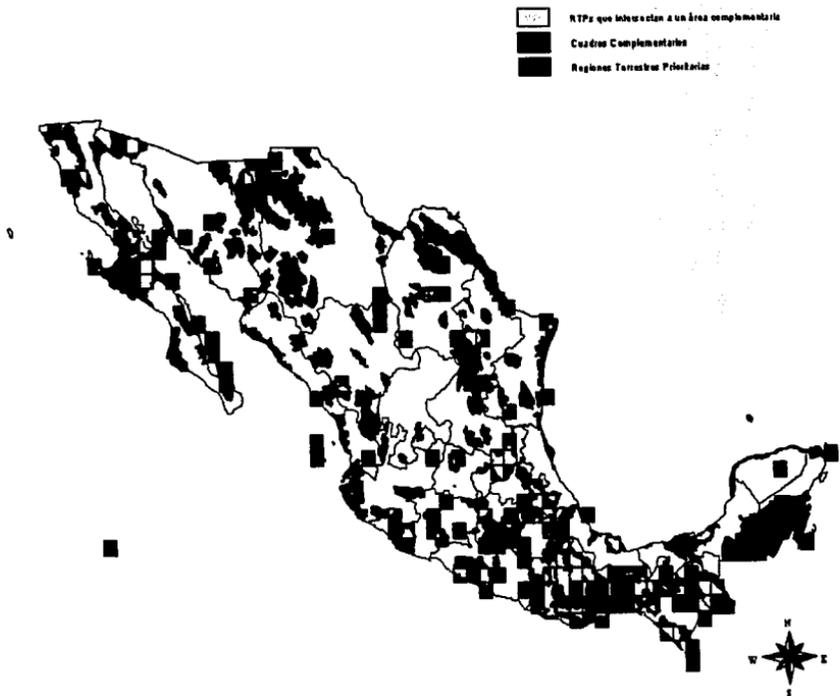


Figura 15. Resultado del análisis de discrepancias del conjunto complementario de medio grado y las regiones terrestres prioritarias.

La ciencia sólo es un refinamiento de lo que pensamos todos los días.
Albert Einstein

Discusión

Registros puntuales

En el presente trabajo se utilizaron 1014 especies de las 1156 citadas para el país (Flores-Villela y Canseco, aceptado). Las causas probables de que existan algunas especies faltantes en la base de datos que están registradas para la República y que no se utilizaron en este estudio son: 1) la falta de actualización de las bases de datos, y 2) que no se contó con toda la información de los registros que existen para México.

Un hecho importante que se debe tener en cuenta al trabajar con bases de datos, y que forman parte de los ítems de error definidos anteriormente por Nelson y Platnick (1981), es la deficiente información y cuidado en algunas colecciones, ya que existen un número relativamente importante de ejemplares mal determinados, o con las localidades incorrectas. La mayor parte de las veces por falta de tiempo y de recursos, no se revisan los ejemplares ni los datos de recolecta. Muchas de estas incongruencias se pueden eliminar cuando se depuran las bases de datos, pero muchos errores pueden persistir. Esto evidentemente causa un sesgo en cualquier tipo de análisis que se haga con ese conjunto de datos. Sin embargo como anteriormente se menciona no se puede, ni se debe esperar a que se revisen los datos para poder utilizarlos, aunque se debe tener conciencia y una valoración crítica de la calidad de los datos que se están utilizando.

Un primer paso para el descubrimiento de patrones de distribución geográfica de los taxones es evaluar la cantidad de datos con los que se cuenta, así como la identificación de áreas de alta riqueza específica, ya que se ha registrado que incluso el esfuerzo de muestreo, aún cuando no es equitativo en todas las áreas, no oscurece completamente los patrones geográficos (Lobo *et al.* 2001; en Escalante *et al.* 2002). Sin embargo esto no le resta importancia a la necesidad de muestreo para muchas de las especies de anfibios y reptiles del país.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

Riqueza por Familias, Géneros y Especies

Las familias con mayor número de registros en las colecciones son las que se encuentran ampliamente distribuidas, de manera similar ocurre con los géneros de amplia distribución (E.j. *Sceloporus* e *Hyla*) y con las especies que comparten esta característica (E.j. *Sceloporus grammicus*). De la misma forma sucede con las familias y los géneros que cuentan con mayor número de especies. Sin embargo existen excepciones tal es el caso de la familia Rhinophrynidae, la cual tiene 326 registros a pesar de ser monotípica.

Al observar la gráfica en donde se representa el número de registros por especies, éstas tienen una la distribución logarítmica de las especies, la cual es muy similar al comportamiento de las comunidades en general, esto es pocas especies son las más abundantes (Krebs, 1985) que en este caso se transforma a pocas especies poseen muchos registros y muchas especies poseen pocos registros.

Por áreas (Estados y cuadros)

México ha tenido una larga tradición en recolecta que comienza en 1758 (Flores-Villela *et al.* en preparación), pero ésta no ha sido homogénea en el territorio, existiendo lugares altamente recolectados y lugares sin muestrear. Aunque lo anterior parece que puede sesgar los análisis que se quieren hacer sobre biodiversidad y biogeografía, los estimadores muestran lo contrario (ver más adelante).

Por otro lado es evidente que el tamaño del área no está en relación al número de registros. Existen estados como Chihuahua, Coahuila y Zacatecas, en los que el número de ejemplares por unidad de área es realmente bajo. En cambio, en Aguascalientes se observa el mismo porcentaje de registros por unidad de área, comparable a los estados arriba mencionados aunque es el segundo estado con menos territorio del país.

También existen estados como Tabasco y Quintana Roo que no son de los más pequeños, sin embargo el número de registros que poseen es bajo. Sin embargo, hay estados con un alto número de registros por unidad de área, tal es el caso del Distrito Federal, Estado de México, Morelos y Colima.

En estados como Veracruz, Oaxaca y Chiapas se cuentan con el mayor número de registros y coincidentemente con la mayor riqueza, patrón encontrado con anterioridad por Flores-Villela y Navarro (1993) y Flores Villela y Gerez (1994), para los vertebrados mesoamericanos. Esto refuerza la idea de que el área de un estado no tiene relación con el número de registros que posee. Las razones de estos resultados no pueden ser evaluadas fácilmente.

Asimismo en los estados de mayor riqueza la diversidad de condiciones microambientales que se crean ocasionadas por la enmarañada topografía que poseen estas zonas, ya que en estos estados se encuentran la Sierra Madre Oriental y del Sur, la Sierra Madre de Chiapas, el Istmo de Tehuantepec, Sierra Niltepec o Atravesada, Meseta Central de Chiapas, Planicie Tabasqueña, Sierra Norte de Oaxaca, Parte del Eje Volcánico y las llanuras costeras del Golfo y del Pacífico. Las csusas históricas de este laberinto topográfico aunadas a la posición intertropical en la que se encuentra la mayor parte de México, donde las variaciones en la temperatura y la humedad no llegan a extremos. Todos estos factores en conjunto influyen de manera directa en la riqueza.

Es importante hacer mención que los esfuerzos de recolecta en los demás estados, sobre todo en la parte norte del país, han sido muy desiguales, y por no decir escasos, lo que afecta de manera directa a la riqueza. Sin embargo, también hay que tener en cuenta que, a pesar de que se homogeneizara el esfuerzo de recolecta en todos los estados del país, la riqueza de especies no sería equiparable debido a que las condiciones ambientales e históricas son particulares en cada estado o región, razones por las cuales aunque se aumentara el esfuerzo de recolecta en general, no se incrementaría significativamente el número de especies.

Por otro lado, los cuadros más ricos y los cuadros con mayor número de registros concuerdan entre sí, y éstos, a su vez, se encuentran coincidiendo congruentemente con los estados más ricos y con mayor número de registros, estos son: Oaxaca, Veracruz, Chiapas, Guerrero y Puebla. En las cuadrículas se elimina el problema de discrepancia entre el tamaño de áreas muestreadas, sin embargo las causas históricas y ambientales prevalecen, mostrando patrones que concuerdan entre ambas retículas y con los estados. Reafirmando las zonas de alta de riqueza de la República Mexicana (Flores-Villela y Navarro, 1993; Peterson *et al.* 1993 y Flores Villela y Gerez, 1994).

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

Los patrones de riqueza de anfibios y reptiles del país en las tres escalas: cuadros de 1°, cuadros de ½° y estados, concuerdan con aquellos encontrados en mamíferos en distintos trabajos (Escalante *et al.* 2002; Arita y Figueroa, 1999; Fa & Morales, 1998). Los cuadros más ricos y con mayor número de registros para herpetofauna coinciden solamente con los cuadros de las mismas características para mamíferos ubicados en el sur de la República. Oaxaca, Jalisco, Veracruz y Chiapas son los estados más ricos en especies de mamíferos (Escalante *et al.* 2002; Arita y Figueroa, 1999; Fa & Morales, 1998), y concuerdan con los estados más ricos en especies de anfibios y reptiles, a excepción de Jalisco, que para el caso de herpetozoos ocupa el séptimo lugar en número de especies citadas.

En los cuadros de 1° x 1° y de ½° de lado se pueden observar el esfuerzo desigual de muestreo en herpetofauna que presenta el país a pesar de que, aparentemente, no son tan dramáticos los resultados como en el caso de mamíferos (Escalante *et al.*, 2002), donde el 22% del territorio tiene menos de 40 registros, para anfibios y reptiles el 24% territorio tiene 50 registros o menos. La comparación es difícil considerando que los registros de mamíferos corresponden a 424 especies, mientras que para anfibios y reptiles la proporción es para 1014 especies. Las regiones más pobremente muestreadas tanto para herpetofauna encontradas en esta investigación como para mastofauna se localizan en el norte y en las Penínsulas de Yucatán y Baja California (Escalante *et al.*, 2002).

En 1996, Flores-Villela hizo un análisis sobre la importancia de las bases de datos para los estudios de diversidad en general, encontró que la mayoría de las especies de herpetozoos endémicos se distribuyen en áreas relativamente reducidas. En el presente trabajo se puede encontrar el mismo patrón de distribución, a pesar de que los análisis actuales están hechos con casi todas las especies de anfibios y reptiles de México. Esto demuestra que, la mayoría de las especies son de distribución restringida o, se han recolectado en pocos lugares.

Por otro lado es innegable la relación directa que existe entre carreteras y poblados con los puntos o 'sitios' de recolecta, y el número de registros asociado a estaciones o centros de investigación (Bojórquez-Tapia, *et al.* 1995; Soberón *et al.* 2000). Lo cual está directamente relacionado con la agregación espacial de los datos por obvias razones y esto conlleva a que existan muchas zonas submuestreadas (tal es el caso del norte del país) y algunas sobremuestreadas como el sureste de Puebla colindando con Veracruz, donde en un área

de 12 343 Km² existen 10, 047 registros, o lo que es más impresionante, en un área como el Distrito Federal (aproximadamente del tamaño de ½ grado por lado) donde prácticamente la vegetación natural no existe hay 3, 684 registros. Pero es más llamativo el sobremuestreo en pocos cuadros de ½° grado, donde, por ejemplo, en un área aproximada de 3, 080 Km² hay 6, 139 registros, esto equivale a casi 2 registros/Km², datos que corresponden al área de la Zongolica en Veracruz, la cual es de las más ricas en número de especies.

Estimadores

El ICE y el Chao2 son estimadores basados en la incidencia (presencia- ausencia) útiles para detectar sesgo por submuestreo, la curva de Coleman es útil para detectar agregación espacial de los datos (Rojas-Parra *et al.* 2003). El ICE estima la riqueza del total de las muestras incluyendo aquellas especies que no estén representadas, mientras que la curva de Coleman (Cole) sólo lo hace en aquellas presentes en las muestras (Coldwell y Coddington, 1994). Al utilizar este tipo de pruebas nos podemos dar cuenta de la calidad de los datos con los cuales se están realizando los análisis, y tener un mejor sustento al ponerlos a prueba. Cabe mencionar que a pesar de que los estimadores muestran que aún no se conocen todas las especies de anfibios y reptiles, esto es, no se hacen asintóticos con la horizontal, ninguno se acerca a las 1 156 especies citadas para México (Flores-Villela y Canseco, aceptado), prediciendo solamente 1, 100 especies para ambos tamaños de retícula. Lo anterior nos muestra que los estimadores pueden subestimar la diversidad herpetofaunística del país independientemente del tamaño de área o retícula con el que se hagan los análisis.

Existen tres características principales para decir que hay sesgo por submuestreo: 1) Cuando la curva es casi lineal; 2) Cuando las diferencias que hay entre los estimadores, cualquiera de ellos (Chao2 e ICE), y la curva de acumulación de especies es tan grande, que los estimadores estén probablemente subestimando también; 3) Cuando las curvas de únicos y duplicados incrementan monótonicamente (Heyer *et al.* 1999). En ambas gráficas la tercera característica es la que se presenta indicando que existe sesgo por submuestreo, aunque no ascienda, la pendiente descendiente es baja y no llega ni se acerca a cero. En el caso del estimador Cole para detectar agregación espacial de los datos, si la curva Cole es asintótica de igual forma que la de observados (Sobs), o se encuentra por encima de ésta la agregación espacial de los datos tiene poca influencia, pero si la curva Cole está por debajo

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

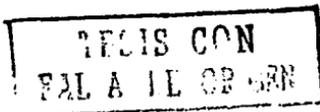
de la curva de Sobs y no se hace asintótica como ésta, entonces existe un sesgo por agregación espacial de los datos (Rojas-Parra *et al.* 2003). En ambos casos de este estudio (cuadros de un grado y cuadros de medio grado) la curva de Cole se encuentra por encima de la Sobs y se hace asintótica con ésta. Lo que nos muestra que aunque haya agregación espacial de los datos, ésta tiene poca influencia en el muestreo y en general el grupo de estudio en el área seleccionada está bien conocido.

Estos tres estimadores, ICE, Chao2 y Coleman, además de ser estimadores de riqueza, son también estimadores de la calidad de los datos para el tamaño de muestra utilizado (Rojas-Parra, *et al.* 2003). Al observar las gráficas, 11 y 12, de los estimadores, podremos ver que prácticamente no existe diferencia alguna entre ellas, por lo que para este caso, no es posible decidir, con estos estimadores que tamaño de retícula es el más apropiado para los datos que se tienen. Por lo que ambos cuadrados, $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ y $\frac{1}{2}^{\circ} \times \frac{1}{2}^{\circ}$, son adecuados para los análisis realizados.

Hay que recordar, sobre todo, que los métodos utilizados dependen de nuevas técnicas estadísticas y que por sí mismas requieren más pruebas antes de que sus aciertos y fallas estén bien entendidos, particularmente la robustez de las pruebas cuando sus supuestos son tomados o violados (Heyer *et al.* 1999). Por lo que los resultados se deben tomar con cierto sentido crítico y valorar también los datos en crudo, y así, poderles dar el peso adecuado a este tipo de estimadores.

Complementariedad

Existen varios atributos claves para seleccionar un 'buen' sitio para preservar (Rodríguez *et al.* 2000), los cuales son la flexibilidad, la eficiencia y valoración ('accountability'). La complementariedad trata de incluir los tres atributos buscando el conjunto de cuadros, nodos o áreas que representen la máxima diversidad biológica con el menor costo posible, esto es en la menor cantidad de territorio posible minimizando el impacto en el ambiente o en el menor territorio posible representar al mayor número de especies (Vane-Wright, *et al.* 1991; Anaya *et al.* 1992). Lo cual, políticamente y económicamente es lo mejor (Vane-Wright *et al.* 1991), pero no necesariamente es lo mejor biológicamente.



La complementariedad se utiliza como un modelo de optimización para la conservación de regiones o áreas importantes biológicamente. Este método ha proporcionado una excelente herramienta para implementar una serie de medidas 'rápidas' y 'eficaces' para la conservación. Además es sabido que la reducción es eficiente porque existe cierto grado de coincidencia entre los sitios con especies raras y los sitios con alta diversidad (Rodríguez *et al.* 2000). Por lo que podemos asumir que la solución complementaria puede ser una buena alternativa de áreas prioritarias a conservar.

Existe una gran variedad de modelos matemáticos que, dependiendo del objetivo y de qué y en qué condiciones se quiere conservar, ayudan a plantear una red de reservas o áreas para resguardar a las especies en cuestión (Rodríguez *et al.* 2000). Un ejemplo es el trabajo que realizaron Pérez- Arteaga *et al.* (2002), en el cual valoraron una serie de áreas de humedales de importancia para las aves y la conservación de las mismas. El trabajo se realizó en México y se identificaron 12 sitios de alta prioridad y 22 de baja prioridad. Se realizó la comparación de los sitios obtenidos para aves en el trabajo antes mencionado con las áreas complementarias para anfibios y reptiles obtenidas con ambos tamaños de cuadrícula, obteniéndose que 10 sitios de baja prioridad y 2 de alta prioridad, se encuentran en alguna de las zonas complementarias obtenidas en el presente estudio. Proporcionándonos un elemento más para la valoración de las áreas como zonas importantes biológicamente.

En el solapamiento de los conjuntos complementarios es evidente que aún cuando el número de cuadros complementarios de un grado es menor (81) que para los de medio grado (126); los primeros suman un área total de 998 001 km² y los segundos 388 111.5 km² de territorio necesario para preservar a las especies de anfibios y reptiles de México por lo menos en una localidad. Además se tiene que 372 710.25 Km², esto es, el 96 % de las áreas complementarias de medio grado concuerdan con las de un grado, lo cual nos muestra que en la tercera parte del área se alcanza el mismo objetivo, preservar todas las especies en al menos una localidad. De todo lo anterior se puede deducir que la utilización de áreas pequeñas para la selección de áreas a conservar nos da los mismos o mejores resultados que el uso de áreas de mayor tamaño tomando en cuenta los criterios propuestos por Vane-Wright *et al.* (1991) de factibilidad política y económica para seleccionar áreas prioritarias de conservación.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana.

Cabe aclarar que en la selección de los conjuntos complementarios sólo se está tomando en cuenta la presencia-ausencia de la especie, no la viabilidad de las poblaciones que se pretenden preservar a través del tiempo. Rodrigues *et al.* (2000) hacen un recuento de algunos trabajos donde se monitorearon diferentes reservas que se establecieron bajo este principio de máxima eficiencia y en todos había pérdida de especies desde un 8 hasta un 36%. También hacen una valoración de diferentes métodos: una sola representación (máxima eficiencia), múltiples representaciones, porcentaje de intervalo y tasa de permanencia (nuevo método propuesto por ellos). Resultando que el peor de los métodos es el de máxima eficiencia (utilizado en este trabajo), y el mejor el de tasa de permanencia. Sin embargo, ellos trabajaron con los datos de censo de aves comunes (Common Birds Census, CBC) en Inglaterra, y, teniendo en cuenta que ese país es uno de los mejores muestreados del mundo con muchos ornitólogos aficionados, y que las aves son un grupo de organismos muy popular, los datos con los que trabajaron son muy robustos. Ahora bien, si se resalta el hecho de que, la mayor parte de México está pobremente muestreada los datos que se tienen de anfibios y reptiles no son tan robustos como en el grupo de aves, podemos comenzar por tener en cuenta este conjunto de cuadros complementarios, a reserva de hacer análisis posteriores, para la proposición de nuevas áreas a conservar. Además, al observar los resultados del análisis de discrepancias con las áreas naturales protegidas (ANP's) y el conjunto complementario de medio grado, resalta la importancia de mejorar la planificación de reservas ya que un 70% del área total de las ANP's no se encuentra dentro de los cuadros complementarios. El porcentaje coincidente en las regiones terrestres prioritarias (RTP's) es de 8.47%, aunque el área total de las regiones terrestres prioritarias es mayor que el área de ANP's, gran parte estas son áreas propuestas solamente, y no cuentan con protección legal. Estos porcentajes tan bajos nos reflejan la necesidad de hacer nuevos análisis para plantear nuevas reservas que tomen en cuenta a la herpetofauna mexicana.

TECIS CON
FALLA DE ORIGEN

* Si asignamos un supuesto valor al término 'verdad' entonces los mitos tribales son ciertos.
Terry Pratchett. El país del fin del mundo

Como sucede siempre en historia natural, nada es tan simple o carente de excepciones como pueda sugerir su expresión más nítida.
S. J. Gould.

Conclusiones

Las familias con mayor número de registros en reptiles son Phrynosomatidae, Colubridae y Teiidae. Para anfibios las mejor representadas en colecciones fueron Hylidae, Bufonidae y Leptodactylidae. En ambas clases, anfibios y reptiles, las familias con mayor número de registros corresponden a las que tienen más especies y que cuentan a su vez con una distribución amplia. En general, la mayoría de las especies tienen pocos registros, el 22.08% tiene 10 registros o menos. Además la mayoría de las especies de anfibios y reptiles de México tienen áreas de distribución relativamente pequeñas.

En los cuadros tanto de medio grado como de un grado, los que tienen mayor número de registros, son en general los más ricos en especies. Éstos se encuentran localizados, en los estados con mayor número de especies correspondiendo de igual forma a los que tienen más registros, y son: Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Guerrero y Puebla. Los patrones del análisis de riqueza puntual concuerdan con los encontrados en otros estudios realizados con otros vertebrados y con otros métodos, lo anterior da una pauta para tener bases más robustas sobre la historia de la biota que conforma al país.

Los 3 estimadores (ICE, Chao2 y la curva de Coleman), manifiestan que en general la República Mexicana está bien recolectada para el caso de anfibios y reptiles. No revelan cual de los tamaños de redícula es el más apropiado para el tipo de datos que tenemos. A pesar de lo anterior, hay que recordar que debemos tomar con ojo crítico los resultados de éstos estimadores, e irnos a los datos originales antes de afirmar que en la República Mexicana se encuentra bien muestreada la herpetofauna.

Se obtuvieron 126 cuadros complementarios de medio grado y 81 de un grado, sin embargo el área del conjunto de medio grado es menor, casi 3 veces, proporcionando una opción más viable económicamente para preservar, representando a todas las especies en por lo menos una localidad. El conjunto de áreas complementarias para los cuadros de medio grado tanto de medio grado se encuentra en su mayor parte en los estados de Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Puebla, donde se concentra la riqueza para la herpetofauna mexicana.

Capítulo 2

Análisis de las áreas de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

**Relacionaré mi cerebro hembra con mi espíritu; mi espíritu es el padre;
y los dos engendrarán una generación de pensamientos también engendrados
y estos mismos pensamientos poblarán este pequeño mundo.**

Ricardo H. Acto V

Si la luna y el sol dudaran se apagarían de inmediato.
William Blake

Índice

Introducción.....	68
Un área de endemismo.....	70
Antecedentes.....	73
PAE (Parsimony Analysis of Endemicity).....	73
GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Prediction).....	75
Justificación y Objetivos.....	77
Métodos.....	78
Resultados.....	81
GARP.....	81
PAE.....	87
Discusión.....	130
Conclusiones.....	137
Apéndice 1	
Consenso estricto de los análisis de parsimonia de los cuadros de medio grado con todas las especies de anfibios y reptiles de México.....	139
Consenso estricto de los análisis de parsimonia de los cuadros de medio grado con las especies de anfibios y reptiles endémicos de México.....	144
Apéndice 2	
Consenso estricto de los análisis de parsimonia de los cuadros de un grado con todas las especies de anfibios y reptiles de México.....	147
Consenso estricto de los análisis de parsimonia de los cuadros de un grado con las especies de anfibios y reptiles endémicos de México.....	150
Apéndice 3	
Descripción de las áreas resultantes del análisis de parsimonia de las especies de anfibios y reptiles de México con cuadros de medio grado.....	152
Índice de Figuras.	
1. Riqueza potencial de la herpetofauna endémica de México.....	82
2. Riqueza potencial de anfibios endémicos de México.....	83
3. Riqueza potencial de reptiles endémicos de México.....	84
4. Áreas de endemismo potencial de anfibios sobrepuestas con las Provincias Bióticas.....	85
5. Áreas de endemismo potencial de reptiles sobrepuestas con las Provincias Bióticas.....	86
6. Áreas de endemismo de anfibios y reptiles de México con cuadros de medio	

grado.....	93
7. Áreas de endemismo de anfibios y reptiles de México con cuadros de medio grado sobrepuestas con las regiones terrestres prioritarias.....	95
8. Áreas de endemismo de anfibios y reptiles de México con cuadros de medio grado sobrepuestas con las áreas naturales protegidas.....	97
9. Áreas de endemismo de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadros de medio grado.....	103
10. Áreas de endemismo de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadros de medio grado sobrepuestas con las regiones terrestres prioritarias.....	105
11. Áreas de endemismo de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadros de medio grado sobrepuestas con las áreas naturales protegidas.....	107
12. Áreas de endemismo de anfibios y reptiles de México con cuadros de un grado.....	113
13. Áreas de endemismo de anfibios y reptiles de México con cuadros de un grado sobrepuestas con las regiones terrestres prioritarias.....	115
14. Áreas de endemismo de anfibios y reptiles de México con cuadros de un grado sobrepuestas con las áreas naturales protegidas.....	117
15. Áreas de endemismo de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadros de un grado.....	123
16. Áreas de endemismo de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadros de un grado sobrepuestas con las regiones terrestres prioritarias.....	125
17. Áreas de endemismo de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadros de un grado sobrepuestas con las áreas naturales protegidas.....	127

Índice de Cuadros.

1. Resumen del número de áreas de endemismo obtenidas los diferentes análisis de parsimonia.....	88
2. Áreas de endemismo resultantes del PAE de anfibios y reptiles México con cuadros de medio grado.....	88
3. Áreas de endemismo resultantes del PAE de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadros de medio grado.....	99
4. Áreas de endemismo resultantes del PAE de anfibios y reptiles México con cuadros de un grado.....	109
5. Áreas de endemismo resultantes del PAE de anfibios y reptiles endémico México con cuadros de un grado.....	119
6. Comparación de las áreas de endemismo con diferentes trabajos.....	129

La memoria era como aquella mujer del tren. Loca, porque se dedicaba a examinar cuidadosamente cosas oscuras, guardadas en un armario, para luego emerger con las más insólitas: una mirada fugaz, un sentimiento, el olor del humo, un limpiaparabrisas, los ojos marmóreos de una madre. Y, a la vez, bastante cuerda. Porque dejaba enormes extensiones de oscuridad sin develar. Sin recordar.

Arundhati Roy. El dios de las pequeñas cosas

Si no puedes dormir levántate y navega.
Si aún no aprendes a morir sigue aprendiendo a amar.
La madrugada no cierra tu mundo...
Fayad Jamis

Introducción

Cuando los naturalistas descubrieron que no en todos los lugares del planeta existen todas las especies, surgió una de las grandes interrogantes que los científicos se han hecho a través de la historia, ¿por qué las especies están distribuidas de la manera en que se encuentran?, es decir, cada diferente región cuenta con especies particulares, diferentes entre sí, pero con características en común. Al principio anterior, Nelson (1978) lo denominó "Ley de Buffon". Actualmente existe una disciplina que se encarga de estudiar la distribución de los seres vivos en el espacio y a través del tiempo, cuyos objetivos principales son describir y comprender los patrones de distribución geográfica de los taxones. Ésta es la biogeografía (Llorente, 1991; Vargas, 1993), cuyos orígenes descansan en la sistemática y han sido atribuidos a Buffon quien estableció, en 1761, que el viejo y el nuevo mundo no tenían especies de mamíferos en común (Myers y Giller, 1988), pero unos eran degradaciones de los otros.

Existen dos líneas de pensamiento principales para tratar de explicar la distribución de los seres vivos: la dispersionista y vicariancista. La dispersionista tiene como base los 'centros de origen' a partir de los cuales se diseminan las especies. En el capítulo de la distribución geográfica (XII) de "El origen de las especies" (1859), Darwin menciona que la idea más verosímil es que cada especie tuvo un solo lugar de origen, él los llamó "centros singulares de supuesta creación". Decía que cada especie primero se 'producía' en un solo lugar y a partir de esos lugares se *dispersaban* hacia otros sitios dependiendo de sus capacidades para migrar y de sus habilidades para mantenerse en los 'nuevos' lugares con las nuevas condiciones (Darwin, 1859; Briggs, 1981). Darwin es el primero en escribir acerca de los centros de origen (Briggs, 1981).

En 1902 Adams (en Briggs, 1981) propuso llamarles 'centros de dispersión' y estos lugares se encontraban donde existiera la mayor diferenciación del tipo de un taxón dado. En 1915 Matthew (en Briggs, 1981) propone que el centro de origen se encontraría en el lugar donde se encontraran las especies más avanzadas del taxón y que las especies más

primitivas y conservadas serían las más alejadas del centro. Esta concepción se deriva del linaje de biogeógrafos y sistématas evolutivos de Darwin-Wallace. Existe otra concepción del centro de origen que se deriva de los principios de la sistemática filogenética de Hennig, donde el taxón o los taxones más primitivos se encontraban al centro del área de distribución, mientras que las formas avanzadas se producían por especiación alopatrica en la periferia (McCoy, 1983).

Si se toma el concepto de Udvardy (1969) de que toda especie animal se origina a partir de unos pocos ancestros en un área limitada, y ahora está ampliamente distribuida, la especie tiene que haberse dispersado tempranamente. Mayr, Darlington y Olson (Briggs, 1981) afirmaban la existencia de los centros de origen y la dispersión como herramienta para explicar las distribuciones actuales a pesar de que en la mayoría de los casos que intentaban explicar les faltaba evidencia. Los centros de origen y los medios de dispersión varían de especie a especie y no explican los patrones de distribución biótica (Croizat *et al.* 1974).

"La congruencia observada entre los patrones filogenéticos y biogeográficos de los miembros de dos o más grupos monofiléticos es una evidencia para hipotetizar que ellos comparten una historia en común", éste es uno de los principios que sientan las bases de la biogeografía de la vicarianza, establecido por Wiley (1988). Croizat *et al.* (1974) sólo asumen la existencia de biotas ancestrales que por eventos de vicarianza se dividieron en biotas descendientes en áreas determinadas. A diferencia de los dispersalistas, en la biogeografía de la vicarianza no se consideran centros de origen, sino centros de endemismo (Flores-Villela y Goyenechea, 2001).

De acuerdo con el vicariancismo, la expansión de las áreas de distribución es el modo de dispersión más común para biotas, en ausencia de barreras distribucionales, lo que permite configurar áreas antecesoras correlacionadas, además es, el tipo dispersión que se requiere para producir patrones correlacionados (Espinosa y Llorente, 1993). Asimismo, para las hipótesis de vicarianza el espacio está determinado por las relaciones históricas que guardan entre sí los elementos que ocupan las áreas de endemismo, y el tiempo está determinado por la jerarquía que muestra un patrón de relación dado. La jerarquía implícita en un cladograma sólo nos muestra que evento ocurrió primero, pero no nos dice *a priori* cuando

* Maravillas escondidas detrás de cada árbol, bajo cada roca, en cada fisura de esta tierra.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

ocurrieron los eventos (Espinosa *et al.*, 2002). Actualmente, el objetivo en la biogeografía no es encontrar los centros de origen sino las áreas de endemismo.

Un área de endemismo

En los enfoques históricos de la biogeografía se propone que la evolución ha producido tanto a los taxones como a las áreas de endemismo definidas por su distribución. Por lo tanto, la unidad básica de clasificación en la biogeografía es precisamente el área de endemismo (Espinosa *et al.*, 2002; Posadas y Miranda-Esquivel, 1999). Axelius argumenta que muchos investigadores se han confundido por definiciones imprecisas en la identificación de áreas cuando las distribuciones se superponen (Axelius, 1991). Por lo tanto, para delimitar efectiva y consistentemente las zonas se requiere un esclarecimiento conciso del criterio de *área de endemismo* además de un protocolo operativo para encontrar dichos sitios (Linder, 2001). A lo largo de la historia el concepto de 'área de endemismo' se ha definido varias veces por múltiples autores. A continuación se presentan varios conceptos del área de endemismo.

Lacoste y Salanon (1973) definen a un área endémica como un área estrictamente localizada en un territorio que puede ser de una extensión muy variable tanto mayor cuanto mayor es el rango del taxón considerado dentro de la escala sistemática. Asimismo, mencionan que de manera general el fenómeno del endemismo está ligado a: 1. el establecimiento del taxón en una región dada y en una época más o menos remota, y 2. de una barrera de aislamiento (geográfica, ecológica o genética) que ha interrumpido las relaciones con las regiones vecinas o taxones hermanos. También establecen diferentes tipos de áreas de endemismo según la época, paleoendémicas o de origen antiguo, en el terciario, generalmente representadas por taxones a nivel de familia género o especie; y neoendémicas o de origen reciente, a menudo posglacial representadas por formas en plena expansión poco diferenciadas todavía, en su mayoría subespecies o variedades (Lacoste y Salanon, 1973).

En 1991, Platnick propone que un área de endemismo es un área de distribución definida y congruente entre diferentes taxones. Esta se puede identificar por los límites de las áreas de

* ¿Cuándo brilla más la vela? ... en la oscuridad.

distribución de dos o más especies donde la congruencia no tiene que ser total, pero sí es un prerrequisito que exista una simpatria relativamente extensa entre éstas (Platnick, 1991). Las áreas de endemismo son fundamentalmente entidades históricas, no entidades de distribución y su definición debe tomar en cuenta a la historia. Un área de endemismo es una región geográfica que comprende la distribución de dos o más taxones monofiléticos que muestran una congruencia filogenética y de distribución (Harold and Mooi, 1994).

Morrone (2001) establece que un área de endemismos se define a partir de la superposición de las áreas de distribución de dos o más taxones diferentes. Muller (1973) consideró que deberían darse tres condiciones para la identificación de áreas:

- Las áreas de distribución de las especies analizadas deben ser relativamente menores en relación con el área de estudio.
- Las áreas de distribución deben ser apropiadamente conocidas.
- La validez taxonómica de las especies analizadas no debería estar cuestionada.

Si se cumplen estas condiciones, las áreas de endemismos se encuentran como mencionó Morrone (2001). Pero para muchos taxones se desconoce 'apropiadamente' su área de distribución. Además, en muchos casos el status taxonómico del o de los taxones en cuestión no está resuelto. Esto es aplicable a varios taxones de anfibios y reptiles de México.

En la definición de centros de endemismo se deben tomar en cuenta varios aspectos, entre ellos: la presencia de varias especies endémicas en un lugar determinado, preferentemente con diferente vagilidad y que pertenezcan a distintos taxones de clados hermanos para evitar la posibilidad de confundir la dispersión secundaria de especies endémicas de un lugar a otro. En otras palabras, un centro de endemismo puede ser un lugar geográfico con especies endémicas autóctonas de los biota que han compartido una historia biogeográfica común, la cual se ve reflejada por sus cladogramas de relación taxonómica y de área, y que han especiado *in situ* (Flores-Villela, 1991b).

En el presente trabajo se adoptó la propuesta de Espinosa *et al.* (2002). Estos autores mencionan que si dos o más especies de distribución continua, que muestran gran

* La clave es el deseo que plantea la realidad.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

coincidencia en la ubicación tamaño y forma de sus áreas de distribución, son homopátridas, por lo tanto, configuran un área de endemismo; bajo la premisa de la evolución, varias especies con distintas capacidades dispersoras que conforman un área de endemismo tienen una historia común.

Linder hace diferenciación entre 'áreas de endemismo' y 'centros de endemismo', donde los últimos son áreas ricas en especies con distribuciones restringidas, y se diferencian de las primeras en que ninguna prueba determina a) cuando estas especies están restringidas a los centros y b) cuando sus distribuciones son congruentes. Los centros no contienen una biota con una sola historia (Linder, 2001). Tomando en cuenta las consideraciones anteriores podemos decir que la República Mexicana es un centro de endemismo, pero no un área de endemismo. Para el presente trabajo, área de endemismo y centro de endemismo se utilizan indistintamente.

Haciendo un consenso de las definiciones anteriores cualquier protocolo para encontrar áreas de endemismo tiene que ser capaz de encontrar áreas que cumplan con criterios específicos tales como:

- ❖ Cada área debe tener al menos dos taxones endémicos.
- ❖ Los intervalos de distribución de las especies endémicas con las áreas de endemismo deben ser lo más congruente posible. Sin embargo, la congruencia es un atributo escala-dependiente por lo que en la práctica muy pocas áreas cumplen con este criterio.
- ❖ Las áreas de endemismo deben ser menores al área total de estudio. Una sola área de endemismo, o dos, no tienen ningún interés para los análisis de la biografía histórica.
- ❖ Las áreas de endemismo deben ser mutuamente excluyentes, y los cuadrados de la retícula (o cualquier otra unidad de estudio) no pueden pertenecer a dos áreas de endemismo en un solo análisis (Linder, 2001).

* Felicidad: no era el tambor, sin duda, tan sólo un sustituto; pero la felicidad bien puede ser tan sólo un sustituto, hasta es posible que la felicidad sólo se dé como un sustituto: la felicidad sustituye a la felicidad y se va sedimentando.

El tambor de hojalata, Günter Grass

Aquí nos hemos de pudrir en vida sin recibir los beneficios de la ciencia.
José Arcadio Buendía, Cien años de Soledad

Antecedentes

La selección de las áreas para la conservación siempre ha creado conflictos, ya que anteriormente se elegían zonas por sus paisajes bonitos o por problemas políticos, sin hacer estudios que mostraran como se encontraba la zona en realidad. Actualmente se han implementado diversos métodos para la búsqueda y selección de áreas de conservación, entre ellos se encuentra la panbiogeografía, los índices filogenéticos, modelos predictivos (GAP, BIOCLIM, y GARP) y, recientemente el análisis de simplicidad de endemismos (PAE). Estos métodos no son excluyentes de ninguna forma, es más, es recomendable aplicar más de uno de ellos a la vez, comparar los resultados entre ellos y con otros estudios ya realizados. Y de ser posible ir físicamente a las zonas seleccionadas y evaluar su estado. Sólo de esta manera podremos tener herramientas contundentes que nos indiquen la calidad y cualidad sobre lo que se pretende proteger o que ya se esta protegiendo.

GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Prediction)

Los estudios enfocados a conocer la distribución de las especies se concentran en identificar los factores causales, bióticos y abióticos, para delimitar los contornos del área de distribución (Rappoport, 1975). Sin embargo, en la actualidad ha tomado interés el incluir esos factores para poder determinar la distribución potencial de las especies, mediante el modelado, enfocado a la conservación de las mismas. El modelo ideal sería aquel que aprovechara toda la información contenida en las colecciones científicas, y eliminaría las desventajas que presentan los métodos estadísticos como los análisis uni y multivariados. Los modelos de algoritmos genéticos resultan altamente promisorios en el modelado de la distribución potencial de especies, pues son una forma de inteligencia artificial o aprendizaje (Sánchez-Cordero *et al.*, 2001).

El método de GARP fue desarrollado en 1990 por D. R. B. Stockwell, principalmente. El concepto resalta una metáfora evolutiva, donde el modelo cambia a través de una serie de ciclos o iteraciones de mutación evaluación y reproducción (Sánchez-Cordero *et al.*, 2001). El proceso se describirá brevemente en los métodos.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

El algoritmo de GARP funciona de una manera iterativa, con la selección de las reglas o condicionantes ambientales, una evaluación y prueba de éstas, su eventual incorporación o rechazo al modelo y así sucesivamente. La información indispensable es una base de datos de las localidades de recolecta con referencia geográfica. Las reglas o condicionantes ambientales se refieren a la relación que tienen las localidades de recolecta con las variables ambientales, tales como la precipitación, temperatura, altitud o geología. Al inicio se selecciona uno de los métodos estadísticos tradicionales (regresión logística o BIOCLIM) utilizando los datos de las localidades de recolecta. De este procedimiento surge una regla o condicionante ambiental, que resulta en un modelo preliminar del nicho ecológico y una predicción inicial de la distribución de la especie. Esta predicción inicial se corrobora con base en dos conjuntos de puntos seleccionados al azar: 1 250 puntos geográficos muestreados de los puntos de presencia conocidos y 1 250 puntos geográficos muestreados del paisaje en general, donde la presencia es menos probable. La precisión de la predicción se calcula con la suma de los puntos que fueron correctamente predichos con la especie presente y la suma de los puntos que fueron correctamente predichos con la especie ausente, dividido por el número total de puntos geográficos en los dos conjuntos. Este método parece ser el indicado para reducir los errores por omisión, es decir, predecir ausencia en las áreas donde la especie realmente está presente, y por comisión, predecir presencia en áreas donde la especie realmente está ausente. El algoritmo de GARP desarrolla 1000 iteraciones, o bien hasta que la adición de nuevas reglas o condicionantes ambientales ya no incremente la precisión predictiva del modelo. Al final, el modelo resultante tiene un formato accesible para ser desplegado como un mapa que delinea la distribución potencial de la especie y que puede ser manipulado en programas comerciales de sistemas de información geográfica (Sánchez-Cordero *et al.*, 2001).

El método de GARP posee ventajas sobre otros modelos predictivos: Uniforma los datos obtenidos directamente de las colecciones científicas: 1. Seleccionando al azar puntos geográficos de la cobertura geográfica inicial, para corroborar su presencia y ausencia; 2. Incluyendo variables ambientales, tales como topografía, geología y tipo de vegetación y no restringe el análisis considerando únicamente variables climáticas; 3. Incluye reglas o condicionantes ambientales heterogéneas, por ejemplo, el límite septentrional de una especie puede estar determinado por la temperatura, mientras que el límite meridional puede estar dado por la humedad, y 4. Empieza la iteración de selección de reglas o

* Encontrar algo que nadie sabía antes y que no conocíamos antes eso es descubrimiento.

condicionantes ambientales a partir de los métodos tradicionales como los de estadística uni y multivariada y BIOCLIM (Sánchez-Cordero, *et al.* 2001). Recientemente se ha probado la efectividad predictiva de GARP obteniendo congruencia significativa de las distribuciones predictivas y las reales (Peterson y Navarro, 1999).

El GARP se desarrolló originalmente para UNIX, recientemente fue traducido para ambiente PC y puede ser ahora utilizado como un programa residente (Desktop GARP) (Navarro, *et al.* 2003). El GARP es un método muy útil pero gran parte de la esencia reside en la interacción de diversas fuentes de información con el conocimiento de los atributos biológicos de las especies. El conocimiento preciso de la distribución geográfica es determinante para la resolución del problema planteado (Navarro, *et al.* 2003).

PAE (Parsimony analysis of endemism)

El concepto de parsimonia tiene sus orígenes en el latín, que significa frugalidad o moderación, en español es traducida como simplicidad, que en la naturaleza se concebible como economía de supuestos sin evidencia para el razonamiento (Espinoza, *et al.* 2002; Espinoza y Llorente, 1993).

El análisis de simplicidad de endemismos (PAE) fue desarrollado por Rosen en 1988. Este método esencialmente une áreas basándose en las especies que comparten, de acuerdo a un algoritmo de parsimonia y propone causas históricas comunes que justifican este agrupamiento.

El PAE puede ser modificado para ayudar a encontrar áreas de endemismos utilizando cuadrados como unidades operacionales y usando conjuntos de cuadrados como base para escoger las especies a cartografiar. Este método puede ser considerado como una alternativa a los métodos fenéticos para clasificar biotas. Además, es una técnica que puede

* El amor, como la lectura, es una enfermedad. Es obsesivo. Una vez que te has metido hasta los tobillos, quieres meterte hasta las rodillas; una vez que te has metido hasta las rodillas, quieres meterte hasta la cintura. Me gusta pensar que es una enfermedad hermosa, porque todos los seres humanos necesitan que los estimulen intelectualmente y los impulsen hacia la pasión.

Modificado de B. L. Ruderman.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

aplicarse para postular una hipótesis preliminar de relaciones, la cual posteriormente puede contrastarse con el enfoque biogeográfico cladístico (Luna y Alcántara, 2001).

En este análisis todas las especies tienen el mismo peso, sin importar si tienen distribución amplia o restringida (Ruggiero y Ezcurra, 2003; Ron, 2000). Trabaja bajo el "supuesto 0" donde las especies ampliamente distribuidas proporcionan evidencia para el agrupamiento de las áreas, además de que sólo considera la distribución de los taxones existentes (Ron, 2000).

El PAE como herramienta de la biogeografía histórica nos ayuda a descubrir patrones de distribución naturales de los organismos (Posadas y Miranda-Esquivel, 1999). Los resultados que se obtienen a través del PAE, grupos de áreas anidadas, pueden ser muy útiles desde el punto de vista de la conservación, ya que a las áreas anidadas pertenecen tanto especies de amplia distribución como restringida. El PAE determina áreas 'únicas' en cuanto a composición biótica y un alto grado de endemidad, por lo tanto, éste método puede ser utilizado como una herramienta en la toma de decisiones sobre la selección de las áreas prioritarias para la conservación (Posadas y Miranda-Esquivel, 1999). Además los organismos que tienen capacidades de dispersión limitadas y especían de manera vicariante son los ideales para la aplicación del PAE, tal es el caso de los anfibios y reptiles.

* Es una maravilla ver cómo, cuando un hombre desea verdaderamente algo y se une con fuerza a ello en su imaginación, tiene la impresión en todo momento de que cualquier cosa que oye y ve es un argumento a favor de esa cosa.
Fray Bartolomé de las Casas, siglo XVI.

Objetivo General

Analizar las áreas de endemismo obtenidas con diferentes métodos, tanto filogenéticos (PAE) como por modelos de predicción (GARP), para la herpetofauna de la República Mexicana

Objetivos particulares

- ❖ Encontrar áreas de endemismo de anfibios y reptiles presentes en México con base en GARP.
- ❖ Encontrar los centros de endemismo en México de anfibios y reptiles aplicando el análisis de simplicidad de endemismos (PAE).
- ❖ Comparar las áreas de endemismo obtenidas con los resultados de diferentes trabajos para obtener áreas importantes biológicamente.

* Los actos fallidos no son en absoluto causales. Son el resultado de conflictos y deseos reprimidos. Son las ondas en la superficie de la vida, producidas por manantiales poco sospechosos. Y éstos pueden ser muy profundos tan profundos como el alma misma. El acto fallido puede equivaler a la apertura de un destino. Freud.

Métodos

Para los análisis de este capítulo se utilizaron los datos de las mismas fuentes de información del capítulo de riqueza, además de los datos obtenidos con el modelo de predicción de GARP.

GARP

Una vez obtenidas las coordenadas de la mayoría de los registros (>99%) se procedió a obtener los mapas de distribución potencial con la ayuda del GARP. El proceso mediante el cual trabaja es el siguiente:

- a) Convierte los datos con referencia geográfica (latitud y longitud) con referencias de tipo raster, y genera los puntos de prueba al azar.
- b) Desarrolla un modelo inicial, refina el modelo un algoritmo genético, que consiste en iteraciones probando la predicción de reglas o condicionantes ambientales. Las coberturas que se utilizaron fueron: la vegetación potencial, temperatura promedio anual, coberturas topográficas de aspecto y de pendiente, ecorregiones, altitud promedio, regiones térmicas y provincias bióticas.
- c) Se prueban las reglas o condicionantes ambientales y se incluyen aquellas que mejoren la precisión predictiva del modelo.
- d) El modelo convierte las predicciones en una imagen que delinea el contorno de la distribución predictiva de la especie (Sánchez-Cordero, *et al.* 2001).

Ya obtenidos los mapas de distribución potencial se sobrelaparon para encontrar áreas de riqueza potencial utilizando el programa Arc View[®] 3.2, bajo la premisa de que si se conocen las distribuciones de los taxones, solamente hay que sobreponer los mapas de distribución para encontrar dichas áreas. El área contenida en los mapas de los taxones considerados es un área de endemismo (Morrone, 2001). Se realizó la suma total de las especies endémicas, y se hicieron sumas por separado de los anfibios y de los reptiles, ya que ambos grupos tienen requerimientos ecológicos diferentes. Posteriormente se recortaron las áreas de máxima riqueza potencial y se sobrepusieron con las provincias bióticas.

Análisis de endemismo

Se utilizaron dos métodos para obtener áreas de endemismo: Análisis de parsimonia o de simplicidad de endemismos (PAE) y suma de las áreas de riqueza potencial de especies endémicas tomando la metodología de Muller (1973) y Morrone (2001).

PAE

Con los registros puntuales, se realizó el análisis de simplicidad de endemismos, con el método propuesto por Morrone (1994), que se describe a continuación:

- a) Se dibujan cuadrados sobre el mapa de la región o área de estudio. Se consideran sólo los cuadrados donde existe al menos una especie registrada.
- b) Se obtienen los datos de distribución para el análisis. Los taxones manejados no necesitan estar relacionados entre sí, pueden utilizarse taxones de cualquier jerarquía siempre que estos constituyan grupos naturales, es decir, monofiléticos (Posadas *et al.*, 1999).
- c) Se construye una matriz de datos, donde las columnas representan especies (que harán el papel de caracteres) y las filas representan los cuadrados. En la matriz un 1 representa presencia de la especie y 0 ausencia. Se añade un cuadrado hipotético que codifica 0 para todas las especies para enraizar el árbol.
- d) Se aplica un programa de parsimonia a la matriz.
- e) Se delimitan los grupos de cuadrados definidos por al menos dos especies.
- f) Se superponen las distribuciones de las especies asignadas a cada grupo en el cladograma sobre el mapa con el fin de dibujar los límites de las áreas de endemismo, es decir, se solapan los grupos delimitados en el cladograma en los cuadrados del mapa y se delinean los límites de cada área.

Se utilizó una rejilla de $\frac{1}{2}$ grado por $\frac{1}{2}$ grado para toda la República Mexicana y una rejilla de 1 grado por 1 grado (Figuras 3 y 4). El tamaño exacto de la primera retícula fue de 0.500 de grado por lado, teniendo 45 cuadros de longitud (Y) por 67 de latitud (X); de la segunda retícula fue de 1 grado por lado teniendo 23 cuadrados de latitud por 33 de longitud. A sabiendas de que el uso de retículas de cientos o miles de kilómetros cuadrados es común en biogeografía histórica (Mast and Nyffeler, 2003). Los datos de las bases se pasaron a una matriz de presencia- ausencia, utilizando diferentes programas: Winclada (Nixon, 2000) y

* El 'medio' es el mensaje. Un medio es una prolongación de algún aspecto físico o psíquico del hombre. M. McLuhan

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

un programa desarrollado Gallardo-Cruz (2003). Posteriormente la matriz se sometió a dos análisis de parsimonia utilizando el programa WinClada versión beta (Goloboff, *et al.* 2000) y PAUP 4 (Swofford, 1993). Para el primero se utilizó la opción de Tree bisection and Reconexión (TBR + TBR) y se pidió que salvara 1000 árboles; para el segundo branch and bound. Se utilizó consenso estricto para ambos análisis, como lo propone Morrone (1994), ya que éste preserva el agrupamiento más robusto de las cuadrículas cuando la superposición de las especies ampliamente distribuidas pudiera generar en el análisis muchos cladogramas igualmente parsimoniosos (Ruggiero y Ezcurra, 2003). Las áreas obtenidas como centros de endemismos se cartografiaron con ayuda del programa Arc View 3.2.

Para seleccionar los nodos que iban a definir las áreas de endemismo se siguió el procedimiento que a continuación se describe: se importaron los árboles a PAUP para obtener la descripción de los mismos, 2) en la descripción se revisaron todos los nodos donde los caracteres que los definían tuvieran un índice de consistencia de 1, bajo la premisa de que sólo aquellas áreas que compartieran por lo menos dos taxones endémicos a dichas áreas pueden ser definidas como áreas de endemismo (Morrone, 2001), 3) se seleccionaron dichas áreas. Se compararon los resultados obtenidos en los distintos procedimientos. Aunado a esto se realizó el análisis de discrepancias propuesto por Scott *et al.* (1988), el cual es una técnica diseñada para comparar la localización de los centros de riqueza biológica y la localización de las Áreas Naturales protegidas y de las Regiones Terrestres Prioritarias para la conservación con sistemas de información geográfica (Flores-Villela, 1991b; Bojorquez y Flores-Villela, 1991). Consiste en sobrelapar las áreas de estudio con las áreas naturales protegidas o algún tipo de área propuesta para la conservación, una vez sobrelapadas se identifica el área que se intersecta y se prosigue a hacer el análisis de los diferentes factores (dónde, cuanto, cómo), todos estos análisis se realizaron mediante el programa de Arc View© 3.2'

* ¿¿Es cuestión de cuánto se desea?? Lo suficiente

Nuestras dudas son traicioneras
y nos hacen perder el bien que a menudo podríamos ganar,
por temor a intentar.
William Shakespeare

Resultados

GARP

Se obtuvieron 552 mapas de distribución potencial de anfibios y reptiles endémicos de México. De la suma total, el mapa resultante se puede observar en la figura 1. Observándose que la zona de mayor riqueza potencial coincide con el Eje Volcánico transversal. El mapa resultante de la suma de especies de anfibios endémicos se puede observar en la figura 2. La suma de los mapas de distribución potencial de reptiles endémicos se puede observar en la figura 3. En estos dos últimos las zonas de riqueza varían un poco, pero no demasiado, teniendo al Eje Volcánico como la zona de mayor riqueza potencial.

Para los anfibios endémicos se identificaron las siguientes zonas de mayor riqueza, el orden en que se presentan no tiene una disposición de importancia, ya que todas tienen una riqueza potencial de 49- 55 especies, las provincias bióticas son de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx>): a) Sureste de Jalisco y la parte media de Michoacán, o zona de lagos, pertenecen a la provincia biótica del Eje Volcánico y la vegetación es bosque de *Pinus-Quercus*; b) Norte de Morelos, y oeste de Puebla se encuentra en el límite de las provincias del Eje Volcánico y la depresión del Balsas; la vegetación dominante es la selva baja caducifolia (SBC); c) Noroeste de Oaxaca, sur de Puebla y sureste de Guerrero localizada en la depresión del Balsas, teniendo bosque de *Pinus-Quercus* y SBC como los tipos de vegetación que ocupan el área; d) Noroeste de Guerrero ubicada en los límites de la Sierra Madre del Sur y la depresión del Balsas, el tipo de vegetación principal es bosque de *Pinus-Quercus*; e) Norte de Oaxaca y este de Veracruz pertenecientes a la provincia de Oaxaca, la vegetación dominante es SBC y f) Este de Oaxaca ubicado al sur de la Sierra Madre del Sur donde la vegetación primordiana es bosque de *Pinus-Quercus* (Figura 4).

La sumatoria de las áreas de riqueza potencial de los reptiles arrojó los siguientes resultados: el orden en el que se presentan no afecta las zonas, pues todas tienen 94 a 104 especies potenciales: la mayoría de las zonas de alta riqueza potencial de reptiles concuerda con la provincia biótica de la cuenca del balsas (Figura 5), exceptuando dos regiones, una

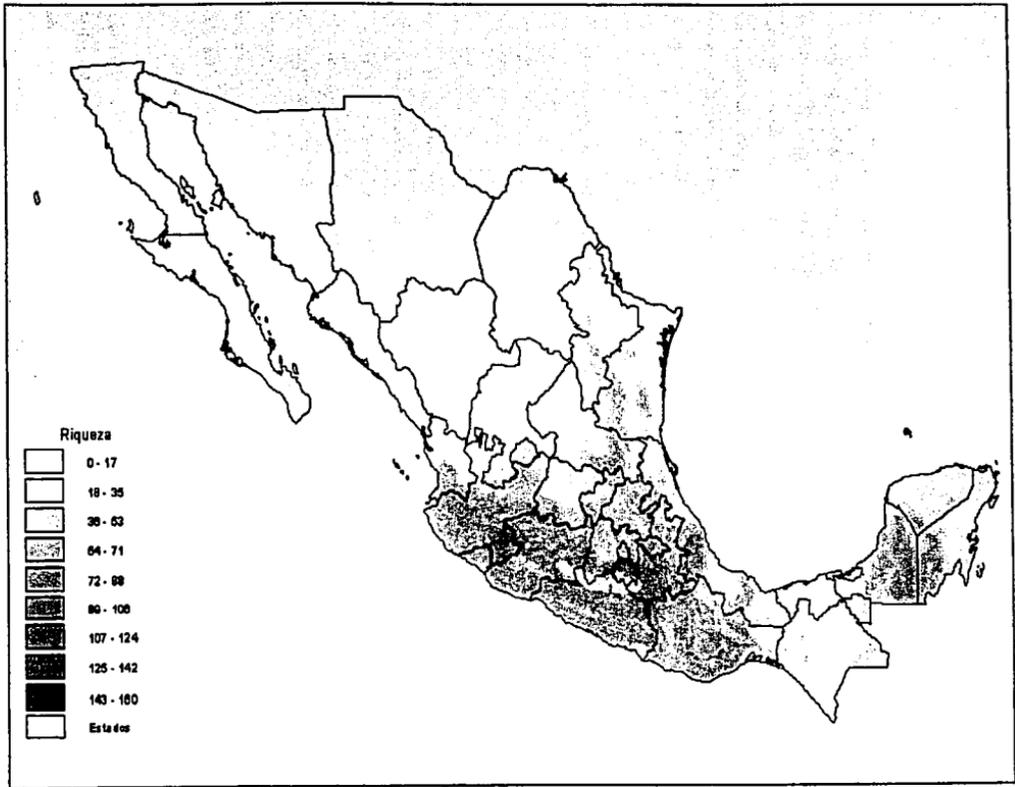
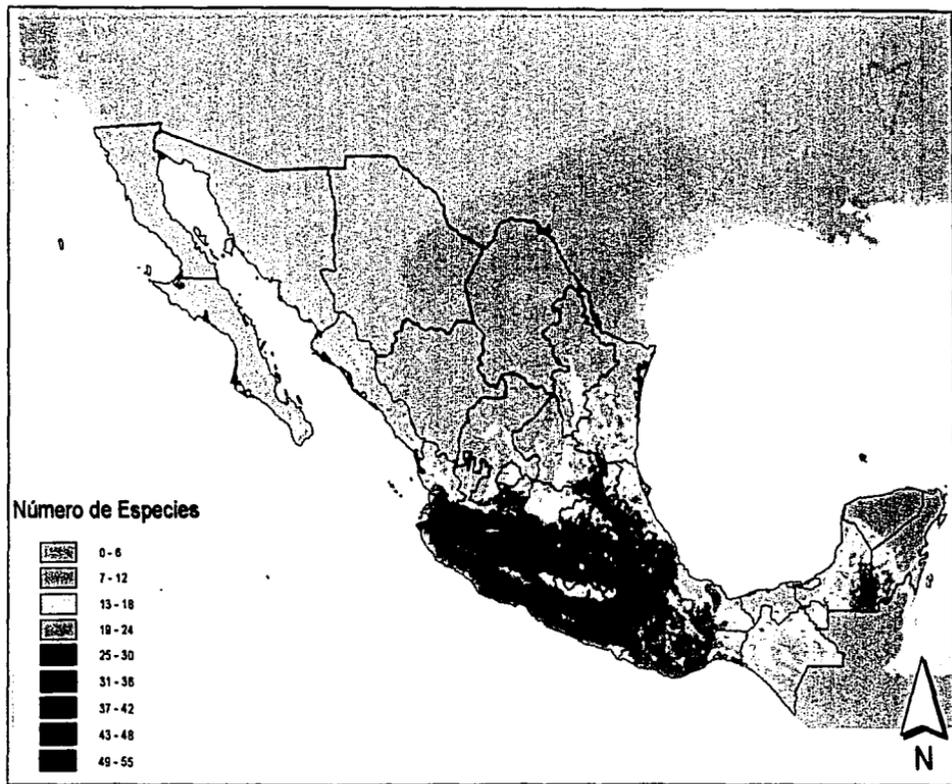


Figura 1. Riqueza potencial de la herpetofauna endémica de México. Resultado del GARP.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Leticia Margarita Ochoa Ochoa

Figura 2. Riqueza potencial de anfibios endémicos de México como resultado del modelo predictivo GARP.

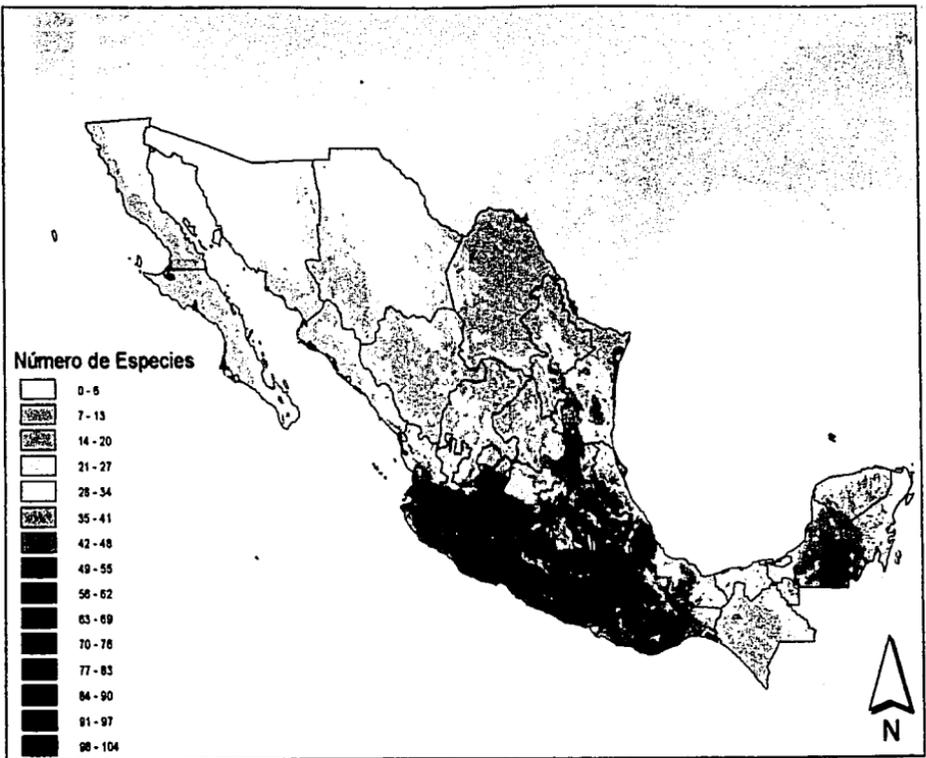


Figura 3. Riqueza potencial de reptiles endémicos de México, obtenida a partir de GARP.

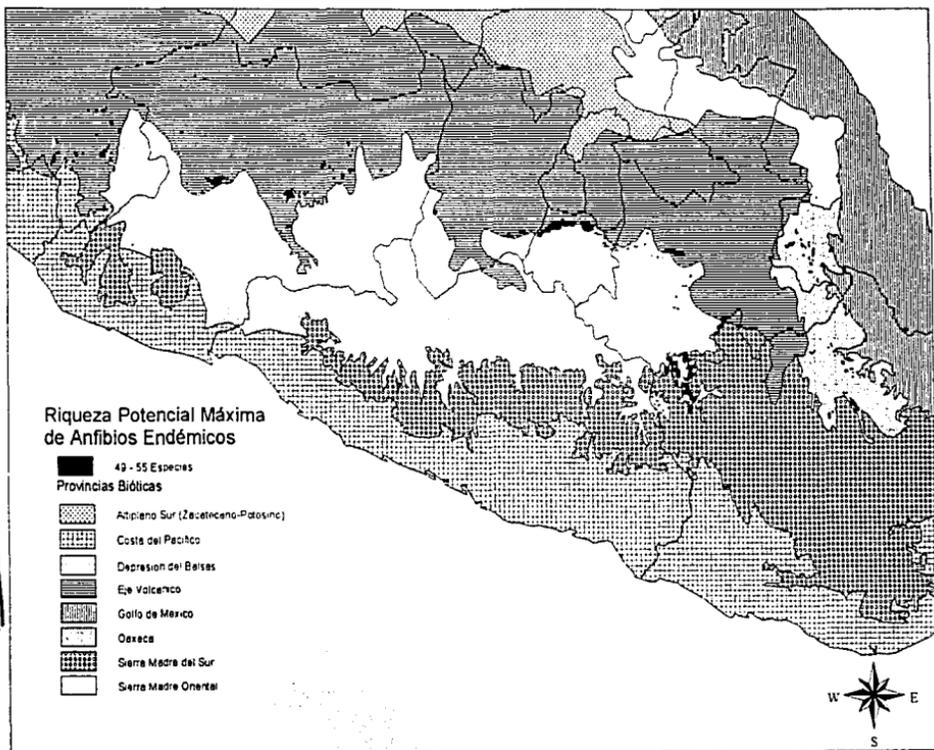


Figura 4. Riqueza potencial máxima de anfibios endémicos de México, obtenida a partir de GARP. Sobrepuesta con las Provincias Bióticas (CONABIO).

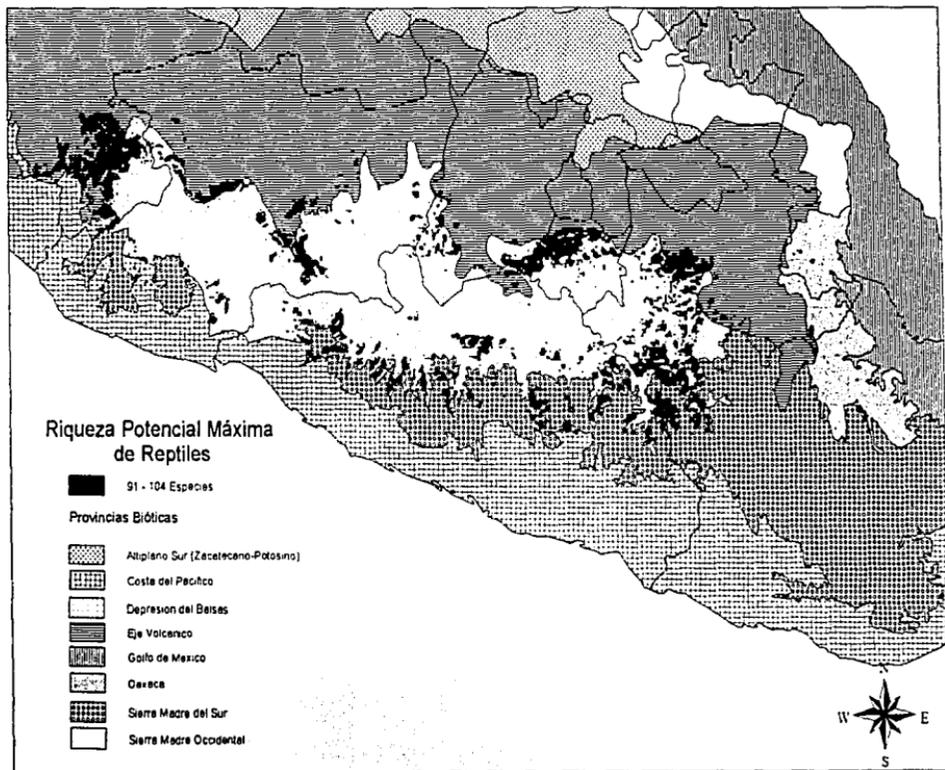


Figura 5. Riqueza potencial máxima de reptiles endémicos de México, obtenida a partir de GARP. Sobrepuesta con las Provincias Bióticas (CONABIO).

que se ubica en el sureste del estado de Jalisco y se localiza en el eje Volcánico, y la otra muy pequeña ubicada en la provincia Oaxaca, al oeste de Veracruz. Los tipos de vegetación en que ocurren estas zonas potenciales son: bosque de coníferas –encinos (*Pinus –Quercus*) y selva baja caducifolia.

PAE

Los cladogramas resultantes del análisis de parsimonia con PAUP fueron mucho más largos que los de WinClada, por lo que se decidió utilizar los provenientes de éste último programa. Como ejemplo los árboles de la matriz de un grado con todas las especies (endémicas y no endémicas) conseguidos con PAUP tenían una longitud de 8366 pasos (CI= 12, RI= 47), mientras que los logrados con WinClada poseían una longitud de 7296 pasos (CI= 12, RI= 52). Es una diferencia de más de 1000 pasos, que en estas longitudes es significativa. De los consensos estrictos se obtuvieron 4 árboles, uno para cada matriz de datos. Los árboles resultantes de los consensos fueron más largos y tuvieron un índice de consistencia y de retención más bajo, ya se sabe que esto ocurre y que por lo tanto son menos parsimoniosos que los cladogramas originales (Morrone, 2000). Además las politomías resultantes demuestran que existen diferentes relaciones para los taxones, las cuales no son posibles de resolver a partir de la matriz de datos original (Lipscomb, 1998 en Morrone, 2000).

El procedimiento para seleccionar los nodos para definir áreas de endemismo no dio los resultados esperados, ya que la gran mayoría de los índices de consistencia que definen a los nodos no llegan ni siquiera a 0.5. Por lo que se decidió tomar como áreas de endemismo aquellas que estuvieran agrupadas monofiléticamente en los nodos y que, fueran adyacentes. El criterio de adyacencia fue que por lo menos tuvieran una esquina en contacto. Las áreas de endemismo encontradas para cada cladograma (matriz) se describen a continuación y se muestran en los mapas indicados, en el cuadro 1 se muestra un resumen de las áreas obtenidas con las diferentes combinaciones.

* ...Aprendí a examinar los oscuros misterios de la sangre con atención descuidada y turbulenta. A conocer la arremetida de los sentimientos veloces y fluidos como el agua. La fuente parece ser inagotable manantial dentro de nuestros yo gemelos y trillizos; el nuevo rostro que vuelvo hacia a mí y hacia ti nadie más sobre la tierra lo ha visto nunca.

Alice Walker

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

Número de áreas de endemismo	Todas las especies	Sólo endémicas
Cuadros de ½ grado	63	56
Cuadros de 1 grado	27	25

Del análisis de parsimonia de la matriz de medio grado con todas las especies de herpetozos (Cladograma 1) se obtuvo un cladograma de 15542 pasos de largo, un CI: 6 y un RI: 42. Este cladograma dio como resultado 63 áreas de endemismo (Figuras 6, 7 y 8), las cuales se resumen en el cuadro 8, la descripción más amplia de las mismas se muestra en el apéndice 3. Los resultados del análisis de discrepancias con las áreas naturales protegidas y las regiones terrestres prioritarias propuestas por la CONABIO también se muestran en el cuadro 8.

El área de endemismo con mayor número de registros fue la 9. Sur de Chiapas con 13 800 y corresponde de la misma forma a la que contiene más especies citadas con 299. El área que le sigue en ambos aspectos es la 5. Centro de la República Mexicana, con 12 426 registros y 234 especies recolectadas, en tercera posición se encuentra el área 63. Guerrero Centro largo con 8 053 registros que corresponden a 226 especies de anfibios y reptiles. Las tres áreas forman parte o contienen porciones tanto de anp's como de regiones prioritarias para la conservación.

Área de Endemismo	ANP's	RTP's	Registros	Riqueza (# especies)
1. Noroeste de Baja California Norte.	Sierra San Pedro Mártir	Sierra de Juárez, Sierra de San Pedro Mártir, San Telmo-San Quintín, Punta Banda-Eréndira, y Santa María-El descanso	1314	71
2. Centro de Baja California Sur.	Bahía de Loreto	Sierra de la Giganta	262	34
3. El cabo en Baja California Sur.	Islas del Golfo de Baja California, Sierra La Laguna, Cabo Pulmón y Cabo San Lucas.	Sierra de La Laguna	3013	77
4. Centro de		Silvituc-Calakmul.	92	37

Campeche.				
5. Centro de la República Mexicana.	Malinche, Zoquiapan y Anexas, Iztlacihualt-Popocatepetl, Desierto de los Leones, Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, Ciénegas del Lerma, y parte noreste de: Mariposa Monarca y Nevado de Toluca.	Malinche y Sierra Nevada, y parte de: Sierra de Chincua, Pico de Orizaba-Cofre de Perote, Nevado de Toluca y Ajusco-Chichinautzin.	12 426	234
6. Centro Norte de Chiapas.		Bosques Mesófilos de los Altos, Huitepec-Zontehuiz	1186	108
7. Este de Chiapas.	Montes Azules y Lacan-Tun	Lacandona y El momón-Montebello	165	56
8. Noroeste de Chiapas y noreste de Oaxaca.	Selva El Ocote y Cañón del Sumidero.	La Chacóna-Cañón del Sumidero, parte de la Selva Zoque-La Sepultura, Manzanilla y de los Bosques mesófilos de los Altos de Chiapas.	6127	283
9. Sur de Chiapas.	La Encrucijada, La Sepultura, El Triunfo y Vocán Tacaná.	Triunfo-La Encrucijada-Palo Blanco, El Mozotal, Tacaná-Boquerón y Selva espinosa Alto Grijalva-Motozintla; parte de la Selva Zoque-La Sepultura y el Momón-Montebello	13 800	299
10. Este de Chihuahua.	Tutuaca y Mavavi.	Bapise-El tigre, Cuenca del Río Chico-Sirupa y Babicora	247	42
11. Chihuahua oeste.		Pastizales del Norte del Río Santa María y Sierra de San Luis-Janos	233	45
12. Chihuahua Noreste.			222	25
13. Noroeste de Chihuahua.		Sierra de San Luis-Janos y Pastizales del norte del Río Santa María	158	41
14. Centro Oeste de Chihuahua			269	45
15. Chihuahua Sur.		Rocahuachi-Nanaruchi.	19	15
16. Suroeste de Chihuahua.	Sierra de Álamos-Río Chuchujaqui y Cascada de Basaseachic.	Alta Tarahumara-Barrancas y Cañón de Chínipas, parte de Basaseachic y Sierra Álamos-Chuchujaqui	467	67

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

17. Coahuila Sur.		Sierra la Fragua	115	22
18. Noreste de Coahuila.		Sierras La Encantada-Santa Rosa y Matorral Tamaulipeco del bajo río Bravo.	287	64
19. Coahuila Noroeste.		Sierras la Encantada-Santa Rosa.	5	3
20. Cuenca del Balsas.		Infiernillo.	346	57
21. Centro Norte de Durango.		Santiagoullo y Cuchillas de la Zarca.	97	33
22. Durango Centro Este.		Santiagoullo y Guacamayita.	405	69
23. Durango Centro Oeste.		Pueblo Nuevo y Río Presidio, y Guacamayita.	839	78
24. Noroeste de Durango.			19	12
25. Guerrero Centro.		Sierra Madre del Sur de Guerrero.	321	78
26. Costa Centro de Guerrero.	El Veladero		2145	129
27. Baja California Isla cedros.	El Vizcaíno	El Vizcaíno- El Barril	303	26
28. Baja California Isla Salsipuedes.	Archipiélago de San Lorenzo, Islas del Golfo de Baja California e Isla San Pedro Mártir.	El Vizcaíno-El Barril.	288	27
29. Sonora Isla Tiburón.	Islas del Golfo de Baja California e Isla Tiburón.	Sierra Seri.	633	48
30. Islas Tres Marías.	Islas Tres Marías.		708	66
31. Jalisco Centro.	La Primavera, Sierra de Quila y Sierra de Manantlán.	Cerro Viejo-Sierras de Chapala, Manantlán-Volcán de Colima, Chamela-Cabo Corrientes y Sierra Vallejo-río Ameca.	2010	139
32. Michoacán Norte.	Pico de Tacintaro, Mariposa Monarca, Bosencheve y Nevado de Toluca.	Taxco-Huautla, Nevado de Toluca, Sierra de Chincua, Cerro Ancho-Lago Guitzeo, Tacintaro, Cerro Viejo-Sierras de Chapala a la Sierra Nanchitla y Manantlán Volcán de Colima.	4499	180
33. San Luis Potosí Norte.		Pastizales gipsófilos de Matchuala y El Huizache, Tokio.	142	40
34. Sur de Nuevo León.		Tokio y El Potosí-Cumbres de Monterrey.	597	40

35. Oaxaca Centro – Noreste.		Sierra Norte de Oaxaca-Mixe.	250	77
36. Oaxaca Istmo – Costa.		Sierra Sur y Costa de Oaxaca y de la Sierra del Norte de Oaxaca y Mixe, Selva Zoque – La Sepultura.	7107	283
37. Oaxaca Norte.		Sierra Norte de Oaxaca-Mixe.	1691	178
38. Oaxaca Oeste.		La Sierra Triqui – Mixteca, el Tlacuache, Cerros Negro-Yucaño.	513	81
39. Guanajuato Este – Querétaro Sur.		Cerro Zamorano.	789	69
40. Quintana Roo Norte.	Yum Balam, Arrecife Puerto Morelos, Costa Occ. Isla Mujeres e Isla Contoy.	Dzilam – Ría Lagartos – Yum Balam.	184	65
41. Islas Revillagigedo.	Archipiélago Revillagigedo.		125	7
42. San Luis Potosí Centro.	Sierra de Álvarez.	El Huizache, Pastizales gipsófilos de Matchuala y Sierra de Álvarez.	1318	92
43. Sur de la Sierra Madre Oriental.	Barranca de Mezquitlán, El Chico, Cañón de Río Blanco y Pico de Orizaba.	Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental, Cuetzalan, Pico de Orizaba – Cofre de Perote y Encinares Tropicales de la Planicie Costera Veracruzana.	1395	291
44. Sinaloa Norte.	Islas del Golfo de Baja California.	Marismas Topolobampo – Caimanero y San José	41	17
45. Costa Pacífico Norte.	Meseta de Cacaxtla.	Marismas Nacionales, Río Presidio, parte de Sierra Vallejo – Río Ameca y de Cuenca del Río Jesús María.	2744	170
46. Sonora Centro.		Sierra de Mazatán, Cañada de Mozocahui, San Javier – Tepoca y Sierras El Maviro – Santo Niño.	34	12
47. Sonora.	Cajón del Diablo.	Cajón del Diablo, Sierra Libre y Sierra el Bacatete y Cañada de Mozocahui.	1506	97
48. Noroeste de Sonora.	Gran Desierto de Altar – El Pinacate	Gran Desierto de Altar – El Pinacate	467	53
49. Sonora Noreste.	Mavavi.	Cananea – San Pedro.	62	45
50. Centro Norte de Sonora.	Mavavi.	Cananea – San Pedro.	181	45

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

51. Sureste de Sonora.	Sierra Álamos – Río Chuchujaqui	Sierra Álamos – Río Chuchujaqui, Las Bocas y al Cañón de Chinipas.	374	75
52. Tamaulipas Centro.		Laguna Madre y Sierra de Tamaulipas.	1079	83
53. Costa sur de Tamaulipas.		Laguna de San Andrés, Encinares tropicales de Loma las Pitás, Sierra Maratines, y Sierra Tamaulipas.	167	94
54. Tamaulipas Este.		Sierra de San Carlos.	892	60
55. Norte de Nuevo León – Noroeste de Tamaulipas.		Matorral Tamaulipeco del bajo río Bravo.	151	33
56. Suroeste de Tamaulipas.		El Cielo y parte del Valle de Jaumave.	3546	125
57. Tehuacán – Morelos.	Sierra de Huautla, Pico de Orizaba, Cañón del Río Blanco, y Tehuacán-Cuicatlán.	Valle de Tehuacán – Cuicatlán, Sierras Taxco Huahutla, Sierras del norte de Oaxaca – Mixe, Pico de Orizaba – Cofre de Perote y Cerros Negro – Yucuaño.	7993	282
58. Veracruz Norte.		Laguna de Tamiahua.	181	46
59. Veracruz Sur.		Sierra de los Tuxtlas – Laguna del Ostión.	407	90
60. Yucatán Norte.		Dzilam – Ría Lagartos – Yum Balam.	244	46
61. Península de Yucatán Centro.	Sian Ka'an.	Zonas forestales de Quintana Roo y Sian Ka'an – Uaymil-Xcalak.	190	47
62. Colima.		Sierra de Manantlán – Volcán Nevado de Colima.	262	136
63. Guerrero centro largo.	Nevado de Toluca, Grutas de Cacahuamilpa, Sierra de Huautla y Desierto del Carmen o de Nixongo.	Sierra Taxco-Huautla, Nevado de Toluca y Cañón del Zopilote.	8053	226

Los cuadros vacíos indican que las áreas de endemismo resultantes no corresponden ya sea a una área natural protegida o a una región terrestre prioritaria.*

* ¡Despierta! ¡Despierta, oh durmiente del país de las sombras!

¡Despierta! ¡Expáñdetel!

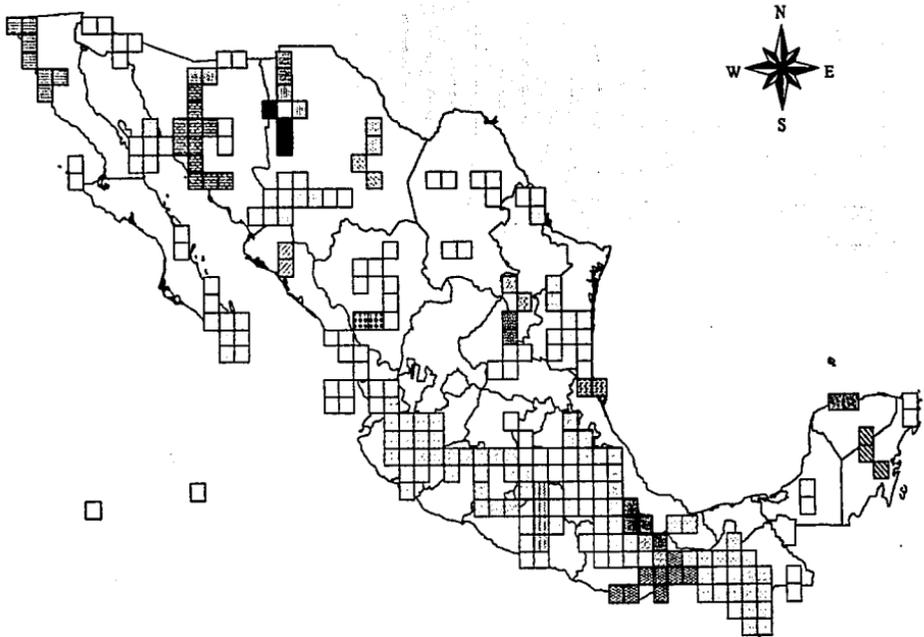
Yo estoy en ti y tú estás en mí, en mutuo amor...

Fibras de amor que van de un hombre a otro...

¡Míral, como Uno.

William Blake

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Leticia Margarita Ochoa Ochoa

Figura 6. Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PAE) con los cuadros de medio grado y la matriz de todas las especies de anfibios y reptiles para la República Mexicana

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

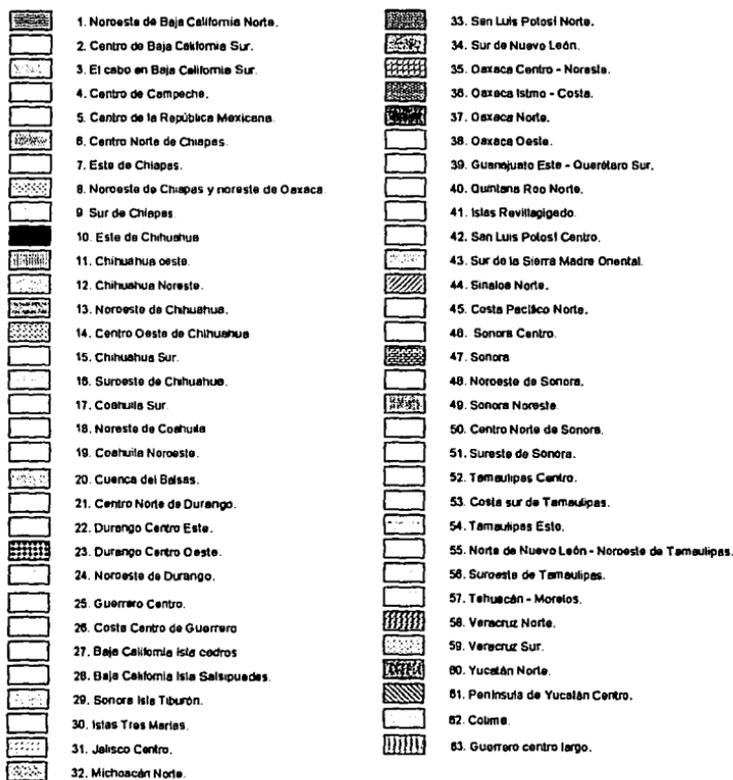


Figura 6 (Leyenda). Áreas de endemismo resultantes del análisis de parsimonia (PAE) con los cuadrados de medio grado y todas las especies de anfibios y reptiles de México.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

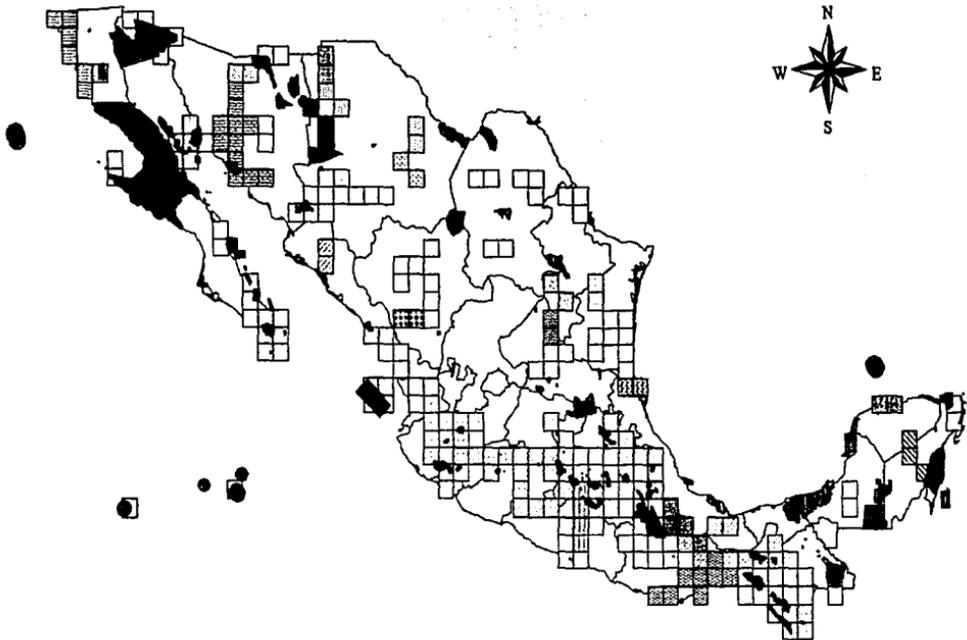


Figura 7. Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PAE) con los cuadros de medio grado y la matriz de todas las especies de anfibios y reptiles para la República Mexicana. Resultados del análisis de discrepancias con las Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación (RTP) mapa obtenido de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx>).

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

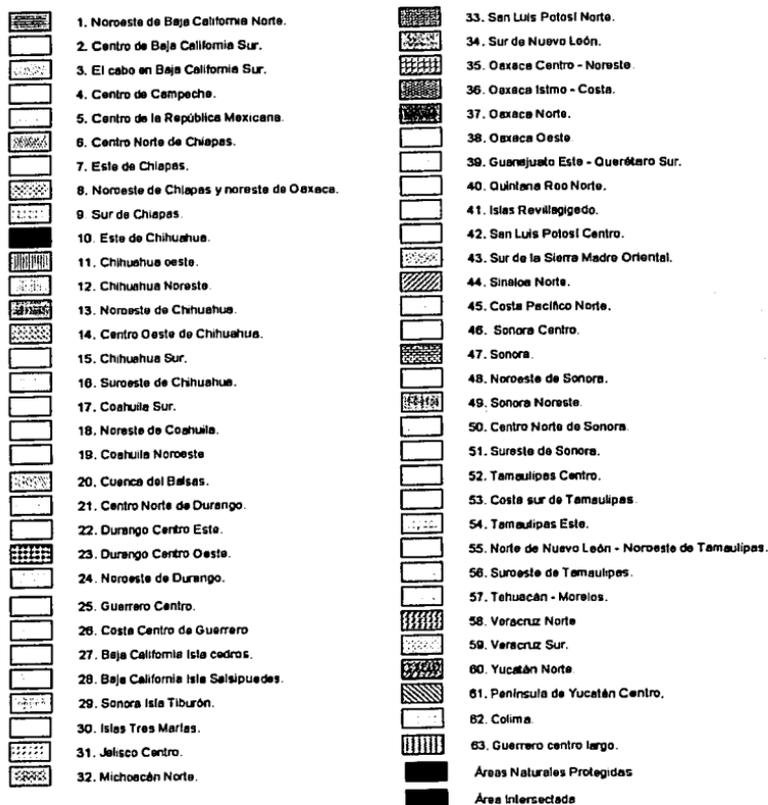
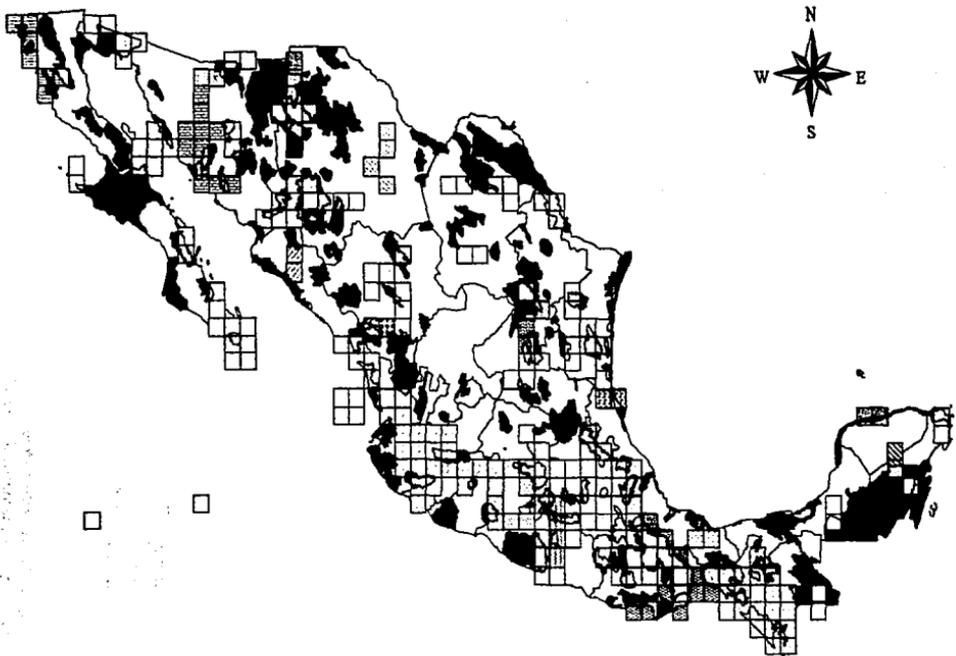


Figura 7 (Leyenda). Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PAE) con los cuadros de medio grado y la matriz de todas las especies de anfibios y reptiles para la República Mexicana. Resultados del análisis de discrepancias con las Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación (RTP) mapa obtenido de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx>).



Leticia Margarita Ochoa Ochoa

Figura 8. Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PAE) con los cuadros de medio grado y la matriz de todas las especies de anfibios y reptiles para la República Mexicana. Resultados del análisis de discrepancias con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) mapa obtenido del Laboratorio de SIG's y PR (I. G.).

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

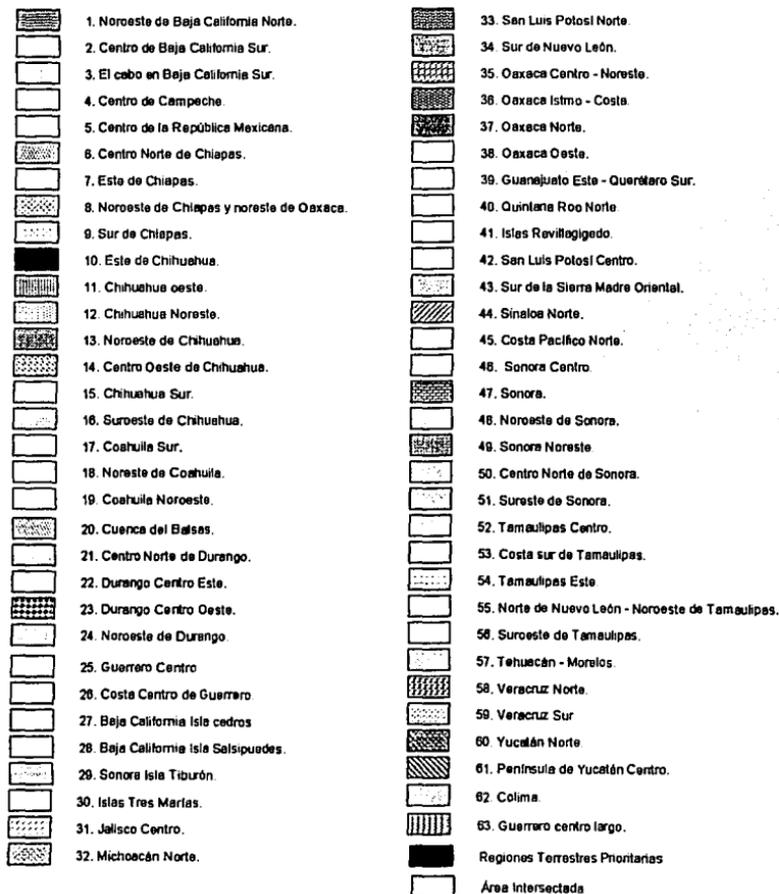


Figura 8. Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PAE) con los cuadros de medio grado y la matriz de todas las especies de anfibios y reptiles para la República Mexicana. Resultados del análisis de discrepancias con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) mapa obtenido del Laboratorio de SIG's y PR (I. G.).

El análisis de parsimonia de la matriz de medio grado con especies endémicas (Cladograma 2) dio como resultado un árbol con un largo igual a 5392 pasos, CI= 10 y RI= 42. Se encontraron 56 áreas de endemismo las cuales se resumen en el cuadro 3 (Figuras 9, 10 y 11).^{*}

Cuadro 3. Áreas de endemismo resultantes del análisis de parsimonia (PAE) de las especies de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadrados de medio grado. Resultados del análisis de discrepancias con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) mapa obtenido del Laboratorio de SIG's y PR (I. G.) y las Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación (RTP) mapa obtenido de la CONABIO (http://www.conabio.gob.mx).				
Áreas de endemismo	ANP	RTP	Registros	Riqueza
1. Norte de Baja California Norte.		Sierra de Juárez.	154	34
2. BCN Costa Pacífico.		San Telmo – San Quintín y Sierra San Pedro Mártir.	200	30
3. Costa Pacífico BCN.	Sierra San Pedro Mártir.	San Telmo – San Quintín y Sierra San Pedro Mártir.	587	53
4. El cabo en Baja California Sur.	Islas del Golfo de Baja California, Sierra La Laguna, Cabo Pulmón y Cabo San Lucas.	Sierra de La Laguna	3013	77
5. Campeche Costa.	Laguna de Términos.	Los pantanos de Centla.	99	31
6. Oeste de Campeche.	Calakmul.	Silvituc – Calakmul.	644	85
7. Centro de México.	Cumbres del Ajusco, Molino de Flores Nezahualcoyotl, Los Remedios, Zoquiapan y Anexas e Iztaccihualt – Popocatepetl.	Ajusco – Chihinautzin y Sierra Nevada	5827	173
8. Chiapas Centro.	Lagunas de Montebello.	Bosques Mesófilos de los Altos de Chiapas, El Momón – Montebello, y Huitepec – Tzontehuiz.	1602	140
9. Chiapas Sur.	Selva El Ocote, Cañón del Sumidero, La Sepultura, La Eneucijada y El Triunfo.	El triunfo – La Eneucijada – Palo Blanco, La Chacóna – Cañón del Sumidero, El mozotal, Bosques Mesófilos de los Altos de Chiapas, Selva Zoque – La Sepultura y Tacána – Boquerón, e Selva espinosa Alto Grijalva – Motozintla.	11292	295
10. Norte	Sierra de los	Bavispe – El tigre, y Sierra	51	28

^{*} En ese instante, lo digo en serio, el espíritu de la vida, que habita en la cámara más secreta del corazón, empezó a temblar con tal violencia que de pronto resonaron sus tímidas pulsaciones y, estremeciéndose dijo: Observa al Dios, más fuerte, quien vendrá y me dominará.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

Chihuahua y Sonora.	Ajos/Bavispe y Mavavi.	de San Luis – Janos.		
11. Chihuahua Sur.			132	42
12. Sureste de Chihuahua.	Mapimí.	Mapimí.	206	35
13. Chihuahua Suroeste.	Sierra Alamos – Río Chuchujaquí	Cañón de Chinipas, Alta Tarahumara – Barrancas, y Sierra Alamos – Chuchujaquí.	206	47
14. Suroeste de Chihuahua.		Alta Tarahumara-Barrancas	226	47
15. Coahuila Centro.		Sierras La Encantada – Santa Rosa.	35	21
16. Coahuila Sur.			134	25
17. Suroeste de Coahuila.		Sierra La Fragua.	398	44
18. Costa del Pacífico – Colima.	Chamela – Cuixmala, Manantlán, El Jabali y El Volcán Nevado de Colima.	Chanela – Cabo Corrientes, Manantlán – Volcán de Colima y Sierra de Coahuacán.	4404	157
19. Durango Centro Sur.		Río Presidio, Pueblo Nuevo y Guacamayita.	1154	102
20. Noroeste del Estado de México.	Mariposa Monarca, Rayón, Bosencheve, Nevado de Toluca, Ciénegas del Lerma, Insur, Miguel Hidalgo y Costilla y Desierto de los Leones.	Sierra de Chincua, Nevado de Toluca y Ajusco Chichinautzin.	4476	121
21. Bajío.	El Cimatarío y Cerro de las Campanas.	Sierras de Santa Barbara – Santa Rosa y El Cerro Zamorano.	1119	88
22. Centro Sur de México.	Nevado de Toluca, Corredor Biológico Chichinautzin, El Tepozteco, Desierto del Carmen o de Nixongo, Grutas de Cacahuamilpa y Sierra de Huautla.	Ajusco-Chichinautzin, Nevado de Toluca, Cañón del Zopilote y Sierras Taxco- Huautla.	10324	250
23. Guerrero Noroeste.		Sierras Taxco – Huautla y Sierra Madre del Sur de Guerrero.	381	75
24. Costa de Guerrero.	El Veladero.	Sierra Madre del Sur de Guerrero.	2285	139
25. Tehuacán oeste.	Sierra de Huautla.	Sierras Taxco – Huautla.	353	69
26. Isla Salsipuedes Baja California.	Valle de los Cirios, Archipiélago de San Lorenzo, Islas del Golfo de Baja California, e Isla San Pedro Mártir.	El Vizcaíno-El Barril.	464	44
27. Islas Tres Marias.				
28. Tehuantepec.		Sierra Sur – Costa de Oaxaca y Sierras del Norte de Oaxaca – Mixe.	4662	198

29. Sureste de Oaxaca.	La Sepultura.	Selva Zoque – La Sepultura.	2878	173
30. Jalisco Norte.		Sierra de los Huicholes, y Cuenca del Río Jesús María.	23	16
31. Suroeste de Jalisco.	Sierra de Manantlán.	Charmela – Cabo Corriente, Sierra Vallejo – Río Ameca y Manantlán – Volcán de Colima.	404	95
32. Sureste de Michoacán.	Mariposa Monarca.	Sierra de Chincua, Nevado de Toluca y Sierras de Taxco – Huautla.	592	97
33. Michoacán Norte.	Lago de Camécuaro.		1250	86
34. Michoacán Noroeste.	Pico de Tacintaro	Cerro Viejo – Sierras de Chapala y Tacintaro.	344	76
35. Sureste de Michoacán.		Sierra de Coacomán e Infiernillo.	2126	129
36. Sur de Nayarit.		Sierra Vallejo – río Ameca y Marismas Nacionales.	1071	113
37. Nuevo León.	Cumbres de Monterrey y Cerro La Silla.	El Potosí – Cumbres de Monterrey, Cañón de Irurbide y Puerto Purificación, abarca parte de Valle de Jaumave, EL Huizache, Sierra Picacho, Tokio y La Popa.	5571	160
38. Oaxaca Centro Oeste.		Sierra del norte de Oaxaca – Mixe.	280	77
39. Oaxaca Centro.	Tehuacán– Cuicatlán y Yagul	Sierras del norte de Oaxaca – Mixe, Sierras Triqui – Mixteca, Cerros Negro – Yucaño, El Tlacuache y Valle de Tehuacán – Cuicatlán.	3061	234
40. Oaxaca Oeste.		Sierras Trique – Mixteca, Tlacuache, y Cerros Negro – Yucaño.	255	57
41. Querétaro Norte.	Sierra Gorda y Barranca de Mezquitlan.	Sierra Gorda – río Moctezuma y Cerro Zamorano.	5287	174
42. Noroeste de Quintana Roo.	Yum Balam, Isla Contoy y Costa Occ. de Isla Mujeres.	Dzilam- Ría Lagartos- Yum Balam.	221	53
43. San Luis Potosí.	Sierra Gorda, Sierra de Álvarez y Sierra del Abra Tanchipa.	Pastizales gipsófilos de Matehuala, Llanura del Río Verde, El Huizache, Sierra Gorda y Sierra Álvarez	2353	148
44. Sur de San Luis Potosí.	Gogorrón, Sierra de Álvarez y El Potosí.	Sierra de Álvarez.	365	58
45. Sur de la Sierra Madre Oriental.				
46. Sinaloa Sur.	Meseta de Cacaxtla.	Cajón Presidio.	1028	117
47. Sonora Isla San Pedro.	Cajón del Diablo.	Cajón del Diablo y Sierra Libre.	137	31
48. Costa Norte de Sonora.		Sierras El Álamo – El Viejo.	114	28

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

49. Sur de Sonora.	Sierra Alamos – Río Chuchujaqui.	Sierra Alamos – El Chuchujaqui, Las Bocas y Cañón de Chinipas.	549	81
50. Centro de Tamaulipas.		Sierra de San Carlos y la Sierra de Tamaulipas.	1103	70
51. Sureste de Tamaulipas.		Sierra de Tamaulipas y Los Encinares Tropicales de Loma Las Pitas y Sierra Maratines.	1135	76
52. Suroeste de Tamaulipas.		El Cielo, Valle de Jaumave y San Antonio – Peña Nevada.	5403	157
53. Tehuacán – Cuicatlán.	Valle de Tehuacán – Cuicatlán, Pico de Orizaba y Cañón del Río Blanco.	Valle de Tehuacán – Cuicatlán, Sierras del Norte de Oaxaca – Mixe, Pico de Orizaba - Cofre de Perote y Cerros Negro – Yucuaño.	5419	205
54. Costa de Veracruz.	Sistema arrecifal veracruzano y Los Tuxtlas	Sierra de Los Tuxtlas – Laguna del Ostión, Humedales de Papaloapan, Dunas Costeras del Centro de Veracruz y Encinares Tropicales de la planicie costera Veracruzana.	7292	230
55. Norte de Veracruz.		Laguna de Tamiahua y en el sur parte de Cuetzalan.	458	92
56. Aguascalientes – Norte de Jalisco.		Sierra Fria.	742	77

El área de endemismo con mayor número de registros resultante del análisis de esta combinación fue la 9. Chiapas Sur con 11 292 registros y es también el área con mayor riqueza contando con 295 especies citadas. El área que le sigue es la 22. Centro Sur de México con 10 324 registros y de la misma forma ocupa el segundo lugar en riqueza almacenando 250 especies. La tercera área con mayor número de registros es la 54. Costa de Veracruz con 7 292 registros, correspondientes a 230 especies, sin embargo no ocupa el tercer lugar en riqueza, en esta posición se encuentra el área 39. Oaxaca centro que cuenta con 234 especies citadas y tan sólo 3 061 registros, ocupando el doceavo lugar en número de registros herpetofaunísticos.*

* Nuestro nacimiento es sólo un sueño y un olvido: el alma que se eleva con nosotros, la estrella de nuestra vida se ha aposentado en otro sitio. Y llegó desde lejos; sin un total olvido ni una total desnudez. Llegamos arrastrado nubes de gloria.

William Wordsworth

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

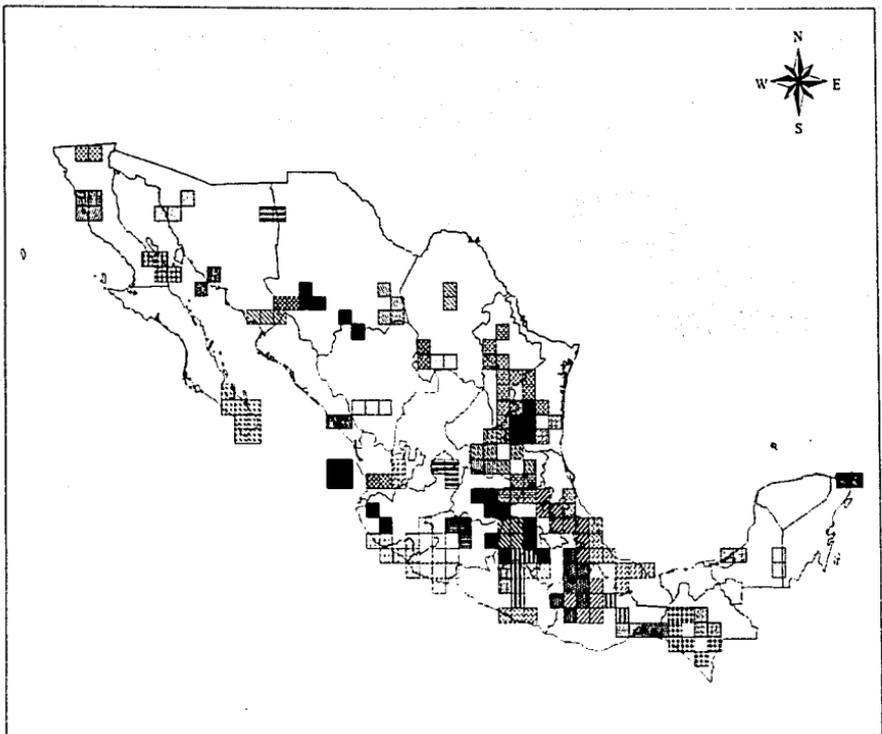


Figura 9. Áreas de endemismo resultantes del análisis de parsimonia (PAE) de las especies de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadrados de medio grado.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

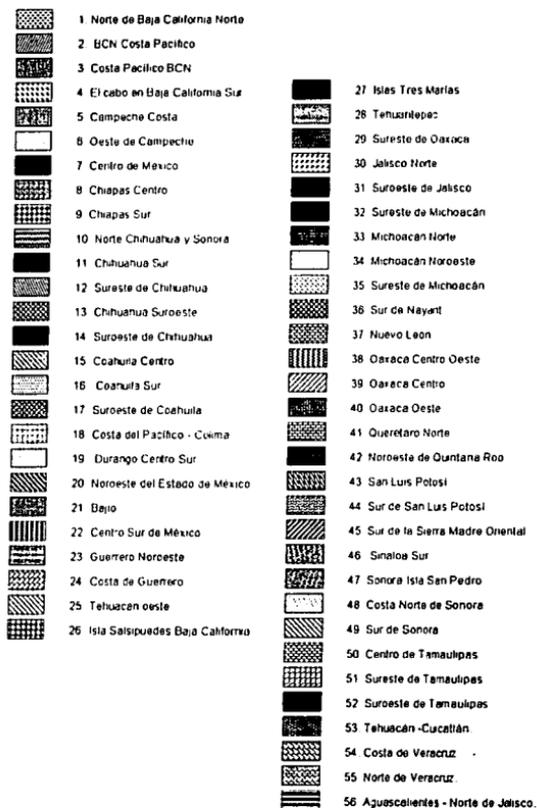


Figura 19 (Leyenda). Áreas de endemismo resultantes del análisis de parsimonia (PAE) de las especies de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadrados de medio grado.

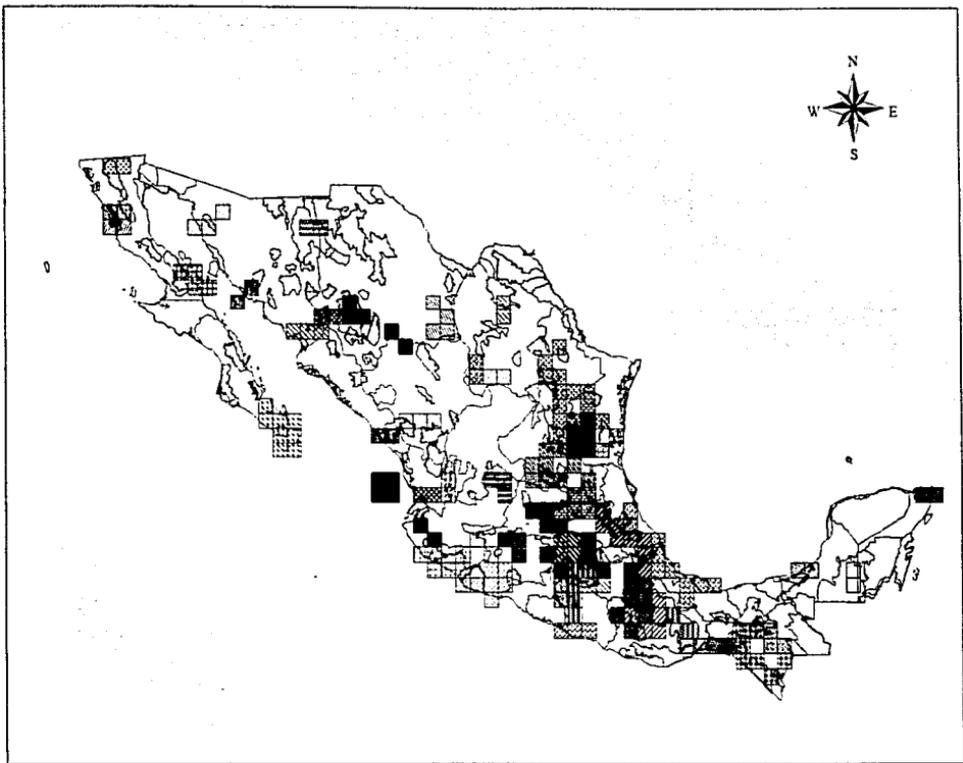


Figura 10. Áreas de endemismo resultantes del análisis de parsimonia (PAE) de las especies de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadrados de medio grado. Resultados del análisis de discrepancias con las Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación (RTP) mapa obtenido de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx>).

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

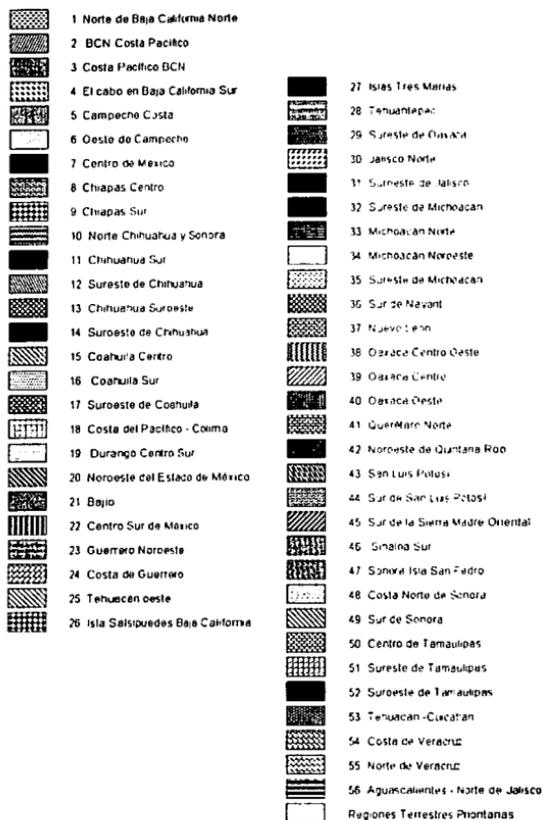


Figura 20 (Leyenda). Áreas de endemismo resultantes del análisis de parsimonia (PAE) de las especies de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadrados de medio grado. Sobrepuestas con las Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación (RTP) mapa obtenido de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx>).

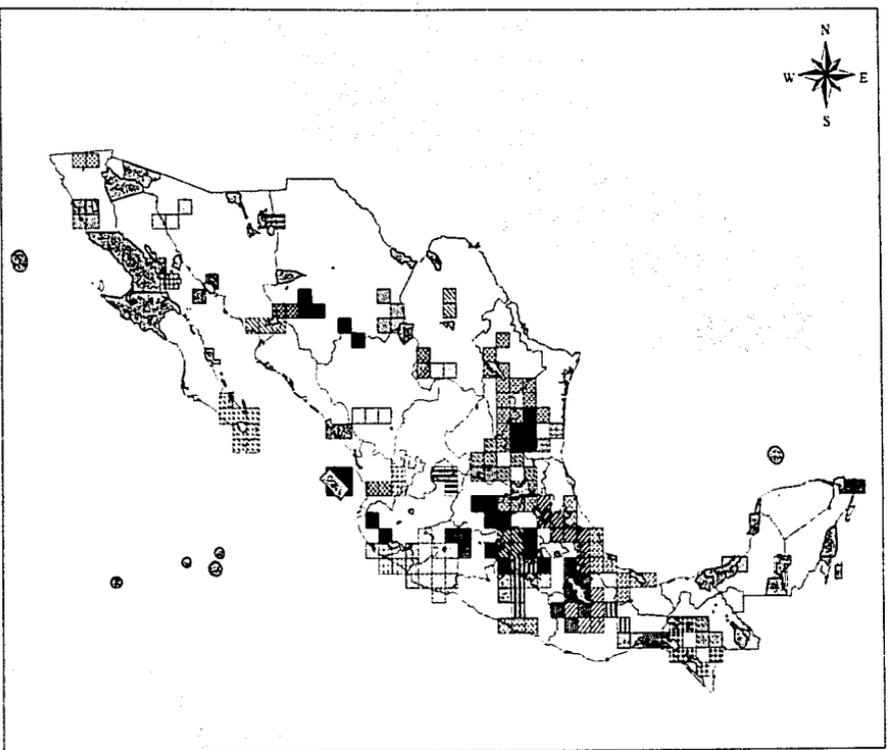


Figura 11. Áreas de endemismo resultantes del análisis de parsimonia (PAE) de las especies de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadrados de medio grado. Resultados del análisis de discrepancias con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) mapa obtenido del Laboratorio de SIG's y PR (I. G.).

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

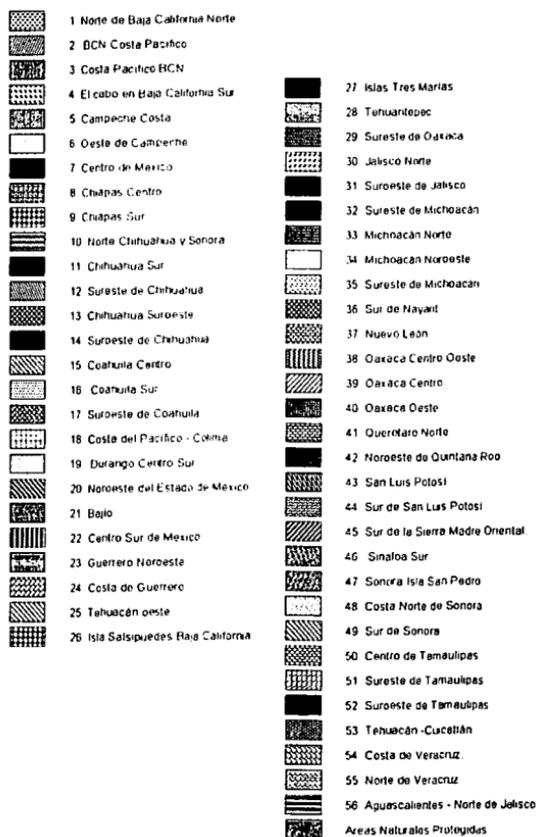


Figura 21 (Leyenda). Áreas de endemismo resultantes del análisis de parsimonia (PAE) de las especies de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadrados de medio grado. Sobrepuestas con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) mapa obtenido del Laboratorio de SIG's y PR (I. G.).

Del análisis de parsimonia con la matriz de un grado con todas las especies (Cladograma 3) se obtuvo un árbol con un largo de 8338 pasos, un $CI= 12$ y un $RI= 49$. Las 27 áreas de endemismo derivadas del cladograma se resumen en el cuadro 4 (Figuras 12, 13 y 14).*

Cuadro 4. Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PAE) con los cuadros de un grado y la matriz de todas las especies de anfibios y reptiles para la República Mexicana. Resultados del análisis de discrepancias con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) mapa obtenido del Laboratorio de SIG's y PR (I. G.) y las Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación (RTP) mapa obtenido de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx>).

Área de endemismo	ANP	RTP	Registros	Riqueza
1. Costa pacífico de Baja California Norte.	Constitución de 1857, Sierra de San Pedro Mártir y Valle de los Cirios.	Santa María - El Descanso, San Telmo - San Quintín y Valle de los Cirios, Sierras de San Pedro Mártir, Sierras La Libertad - La Asamblea y Sierra de Juárez.	2036	94
2. El Cabo Baja California Sur.	Bahía de Loreto, Archipiélago del Espíritu Santo, Islas del Golfo de Baja California, Cabo Pulmo, Cabo San Lucas y Sierra La Laguna.	Sierra La Giganta y Sierra de La Laguna, parte de Sierra el Mechudo y Planicies de Santa Elena.	4162	92
3. Este de Tabasco.	Pantanos de Centla, Laguna de Términos y Metzabok.	Los Pantanos de Centla, Lacandona, Silvitic - Calakmul y Lagunas de Catzajá - Emiliano Zapata.	665	87
4. Chiapas.	Volcán Tacaná, El triunfo, La Encrucijada, La Sepultura, Cañón del Sumidero, Pantanos de Centla, Lacantun, Bonampak, Yaxchilan, Montes Azules, Chan Kin, Yaha, Metzabok, Cascadas de Agua Azul y Palenque	Tacaná- Boquerón, Selva Espinosa Alto Grijalva - Morozintla, El moztotl, El triunfo- La Encrucijada- Palo Blanco, Selva Zoque - La Sepultura, La Chacona - Cañón del Sumidero, Huitepec -Tzontehuitz, Bosques mesófilos de los Altos de Chiapas, El manzanillal, Pantanos de Centla, Lagunas de Catzajá - Emiliano Zapata, El momón - Montebello y Lacandona.	24075	392
5. Sureste de Chihuahua.	Bassaseachic, Mavavi, Tutuaca, Sierra de Álamos -Río Chuchujaqui.	Bavispe - El Tigre, Baviçora, Cuenca del Río Chico - Sirupa, Lago Los Mexicanos, Bassaseachic, Cañón de Chínipas, Alta Tarahumara - Barmineas, Rocahuachi - Nanaruchi,	954	106

*Un guerrero se considera ya muerto y así, no tiene ya nada que perder. Ya le pasó lo peor y por lo tanto se siente tranquilo y sus pensamientos son claros...

Don Juan

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

		Guadalupe – Calvo Mohinora y Río Humaya.		
6. Chihuahua Norte.		Pastizales del norte del río Santa María, Médanos de Samalayuca, y Sierra de San Luis – Janos.	1761	65
7. Noroeste de Coahuila.	Sierra Maderas El Carmen, Cañón Santa Elena.	Sierra La Encantada – Santa Rosa, Sierra El burro – río San Rodrigo, Sierra Maderas El Carmen, Cañón Santa Elena, Sierra de la Madera, Laguna Jaco y El berrendo.	281	57
8. Coahuila Sur.	Cuatro Ciénegas.	Sierra La Paila, Sierra La Fragua, Cuatro Ciénegas, La Popa, Sierra de La Madera, El Potosí - Cumbres de Monterrey y a Tokio.	2948	127
9. Costa de Guerrero.	El Veladero.	Sierra Madre del Sur de Guerrero.	2300	140
10. Durango Norte.		Cuchillas de la Zarca, Sierra de Órganos.	317	53
11. Eje Volcánico.	Insur. José María Morelos, Cañada Garnica, Mariposa Monarca, Bosencheve, Ciénegas del Lerma, Corredor Biológico del Chichinautzin, Desierto del Carmen o De Nixongo, Sierra de Huautla, Lagunas de Zempoala, Los Remedios, Lomas de Padriera, Cumbres del Ajusco, Molino de Flores Netzahualcoyotl, Iztaccihuatl-Popocatepetl, Zoquiapan y Anexas, Tehuacán-Cuicatlan, Grutas de Cacahuamilpa, El Tepeyac, Xicotencatl, La Malinche y Desierto de los Leones.	La Malinche, Sierra Nevada, Ajusco – Chichinautzin, Sierras de Taxco – Huautla, Nevado de Toluca, Sierra Nanchititla, Sierra de Chincua, Cerro Ancho – Lago de Cuitzeo, Tacintaro y Cerro Viejo – Sierras de Chapala.	24215	345
12. Norte del Golfo de México.	Sierra Gorda y Sierra del Abra Tanchipa.	Laguna de Tamiahua, Laguna de San Andrés, Rancho Nuevo, Sierra de Tamaulipas, Encinares Tropicales de Loma Las Pitas y Sierra Maratines, Sierra Gorda – río Moctezuma, El Cielo, Valle de Jaumave, San Antonio - Peña Nevada y Puerto Purificación.	10393	268
13. Guanajuato –	Gogorrón, Sierra de		4047	127

Querétaro.	Álvarez, El Potosí, Sierra Gorda, El Cimatarío, Cerro de las Campanas y Barranca de Metztlán.			
14. Noroeste de Jalisco.		Sierra Morones y Hoya - Rincón de Parangueo, Sierra Fría, Sierras Santa Bárbara - Santa Rosa y Cerro Viejo - Sierras de Chapala.	1581	137
15. Centro - Norte de Jalisco.	Sierra de Quila y La Primavera.	Cerro Viejo - Sierras de Chapala, Sierra de los Huicholes y Cuenca del Río Jesús María.	1844	145
16. Noreste de México.	Cumbres de Monterrey y Cerro de La Silla.	Cinco Manantiales, Matorral Tamaulipeco del bajo río Bravo, Sierra Bustamante, Sierra Picachos, Sierra San Carlos, Sierra El Burro - río San Rodrigo, El Potosí - Cumbres de Monterrey, La Popa y Laguna Madre.	7857	180
17. Oaxaca.	Valle de Tehuacán - Cuicatlán.	de El Tlacuache, Cerros Negro - Yucaño, y Sierras del norte de Oaxaca - Mixe, Sierras Triqui - Mixteca, Sierra sur - Costa de Oaxaca, Bajo río Verde - Chacahua y Valle de Tehuacán - Cuicatlán.	11890	386
18. Costa de Oaxaca.	Lagunas de Chacahua y Huatulco.	Sierra sur - Costa de Oaxaca y Bajo río Verde - Chacahua.	2069	192
19. Península de Yucatán - Golfo.	Los Petenes - Ría Celestum, y Ría Lagartos.	Petenes - Ría Celestum, Dzilam - Ría Lagartos - Yum Balam y Silvituc - Calakmul.	1258	84
20. Norte de la Península de Yucatán.	Ría Lagartos, Yum Balam, Arrecife Puerto Morelos, Tulum, Isla Contoy y Otoch Ma_Ax Yetel Kooch.	Dzilam - Ría Lagartos - Yum Balam.	2784	140
21. Quintana Roo Sur.	Sian Ka'an, Uaymil y Xcalak.	Zonas Forestales de Quintana Roo y Sian Ka'an - Uaymil - Xcalak.	328	69
22. Islas Revillagigedo.				
23. Meseta Central.	La Michilía, Sierra de Álvarez, La Mojenera y Cumbres de Monterrey.	Sierra de Organos, El Huizache y Pastizales gypsófilos de Marehuala, Santiaguillo, Guacamayita, Sierra de Álvarez, Llanura del Río Verde, San Antonio - Peña Nevada, Tokio y El Potosí - Cumbres de Monterrey.	4788	178
24. Costa de Sonora.	Tiburón, Islas del Golfo de Baja California, Isla	Sierras El Alamo - El Viejo, Sierra Seri, Cajón del	2813	132

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

	San Pedro Mártir y Cajón del Diablo.	Diablo, Sierra Libre y Sierra El Bacatete, Mazatán y San Javier - Tepoca.		
25. Noreste de Sonora.	Mavavi, Sierra de los Ajos/Bavispe y Tutuaca.	Cañada Mozocahui y Sierra Los Ajos - Buenos Aires - La Púrica, Cananea- San Pedro, Mazatán, El Maviro - Santo Niño, Sahuaripa, Bavispe - El Tigre, San Javier - Tepoca, Yécora - El Reparo y Bassaseachic.	968	100
26. Sonora Sur.	Sierra Álamos - Río Chuchujaqui.	Las Bocas y Sierra Álamos - El Chuchujaqui, de San José y Alta Tarahumara - Barrancas.	705	113
27. Veracruz Medio.	Pico de Orizaba, Cofre de Perote, Valle de Tehuacán - Cuicatlán, Sierra de Los Tuxtlas, Cañón del Río Blanco y Sistema arrecifal veracruzano.	Encinares Tropicales de la Planicie Costera Veracruzana, Dunas costeras del Centro de Veracruz, Humedales de Papaloapan, Pico de Orizaba-Cofre de Perote, Valle de Tehuacán - Cuicatlán, Sierras del norte de Oaxaca - Mixe, Sierra de Los Tuxtlas - Laguna del Ostión y Cuetzalan.	25363	400

El área de endemismo con mayor número de registros, resultado de esta combinación (especies-tamaño de cuadro), es la 27. Veracruz medio, con 25 363 anfibios y reptiles recolectados coincidiendo con la de mayor riqueza alcanzando 400 especies citadas. El área que le sigue en registros es la 11. Eje Volcánico con 24 215 que pertenecen a 245 especies, siendo el cuarto lugar en riqueza, el segundo lugar en riqueza lo ocupa la 4. Chiapas con 392 especies y es también el tercer lugar en número de registros con 24 075. El tercer lugar en riqueza es el área 17. Oaxaca con 386 especies de tan sólo 11 890 registros.*

* Se puede asegurar que todos ellos enfermaron porque habían perdido aquello que las religiones vivientes de todas las épocas han otorgado a sus seguidores y los que no recuperaron sus creencias, no se curaron.

Carl G. Jung. El hombre moderno busca de alma.

TCIS CON
EST. A. DE CON. GEN.

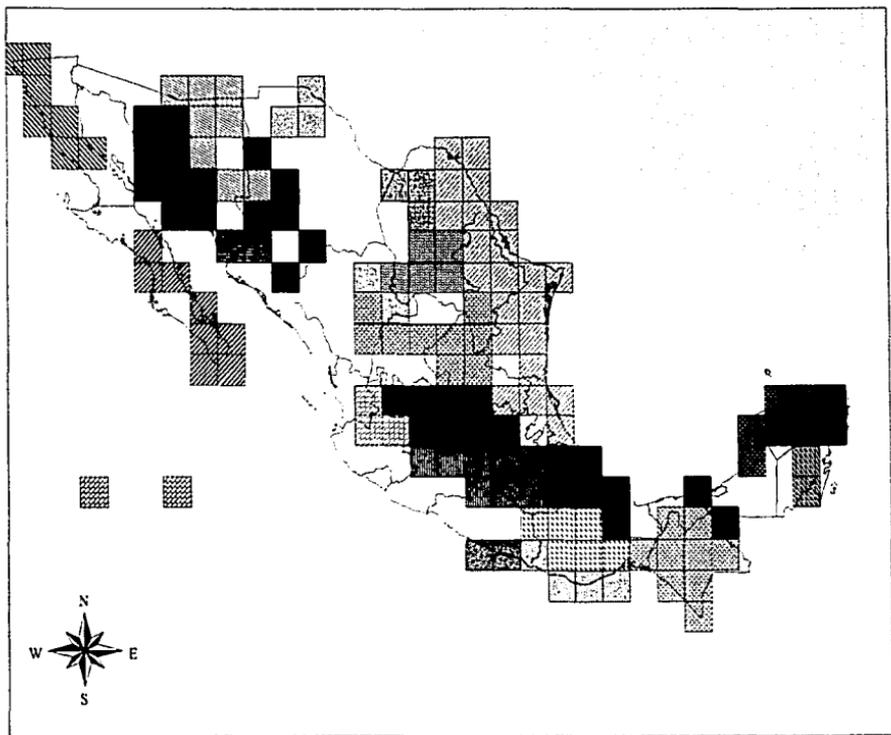


Figura 12. Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PAE) con los cuadros de un grado y la matriz de todas las especies de anfibios y reptiles para la República Mexicana.

Figura 22. (Leyenda) Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PAE) con los cuadros de un grado y la matriz de todas las especies de anfibios y reptiles para la República Mexicana.

- | | |
|---|---|
|  | 1 Costa pacífico de Baja California Norte |
|  | 2 El Cabo Baja California Sur |
|  | 3 Este de Tabasco |
|  | 4 Chiapas |
|  | 5 Sureste de Chihuahua |
|  | 6 Chihuahua Norte |
|  | 7 Noroeste de Coahuila |
|  | 8 Coahuila Sur |
|  | 9 Costa de Guerrero |
|  | 10 Durango Norte |
|  | 11 Eje volcánico |
|  | 12 Norte del Golfo de México |
|  | 13 Guaymas - Querétaro |
|  | 14 Noroeste de Jalisco |
|  | 15 Centro - Norte de Jalisco |
|  | 16 Noroeste de México |
|  | 17 Oaxaca |
|  | 18 Costa de Oaxaca |
|  | 19 Península de Yucatán - Golfo |
|  | 20 Norte de la Península de Yucatán |
|  | 21 Quintana Roo Sur |
|  | 22 Islas Revillagigedo |
|  | 23 Masika Central |
|  | 24 Costa de Sonora |
|  | 25 Noroeste de Sonora |
|  | 26 Sonora Sur |
|  | 27 Veracruz Medio |

TECIS CON
FALLA LE ORIGEN

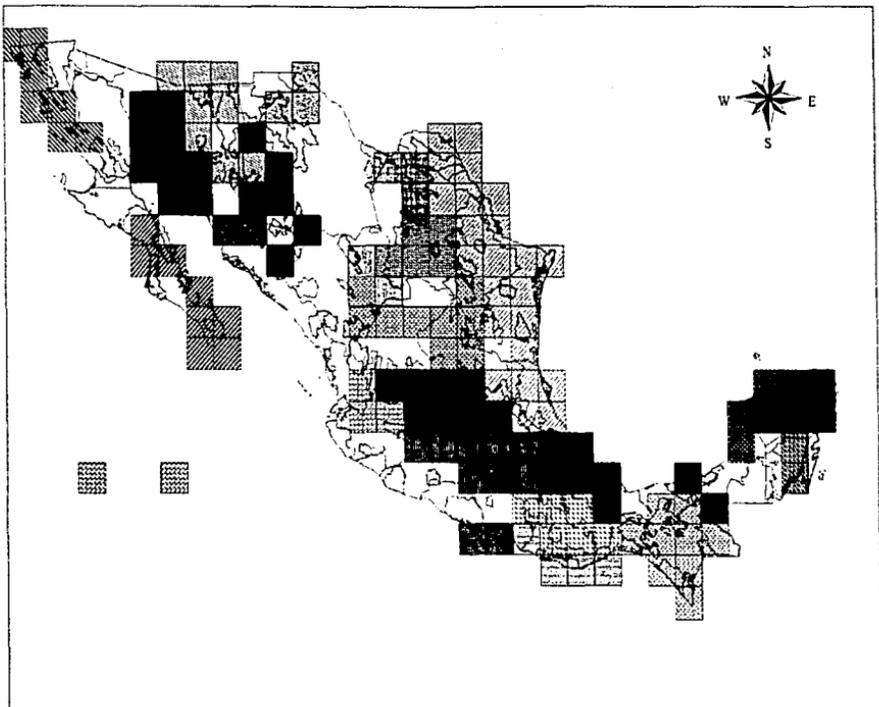


Figura 13. Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PAE) con los cuadros de un grado y la matriz de todas las especies de anfibios y reptiles para la República Mexicana sobrepuestas con las Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación (RTP) mapa obtenido de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx>)



Figura 23. (Leyenda) Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PAE) con los cuadros de un grado y la matriz de todas las especies de anfibios y reptiles para la República Mexicana sobrepuesta con las Regiones Terrestres prioritarias para la Conservación (<http://www.conabio.gob.mx>).

ANÁLISIS CON
FALLA DE ORIGEN

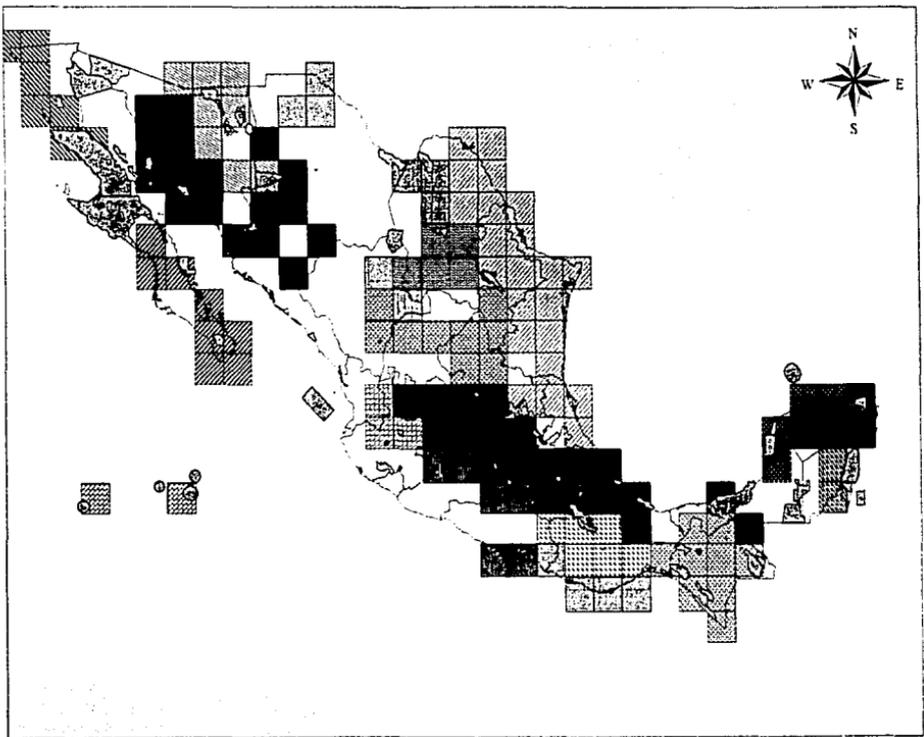


Figura 14. Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismo (PAE) con los cuadros de un grado y la matriz de todas las especies para la República Mexicana sobrepuesta con las ANP's. Mapa proporcionado por el Laboratorio

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

- 
- 1 Costa pacífico de Baja California Norte
2 El Cabo Baja California Sur
3 Este de Tabasco
4 Chiapas
5 Sureste de Chihuahua
6 Chihuahua Norte
7 Noroeste de Coahuila
8 Coahuila Sur
9 Costa de Guerrero
10 Durango Norte
11 Eje Volcánico
12 Norte del Golfo de México
13 Guanajuato - Querétaro
14 Noroeste de Jalisco
15 Centro - Norte de México
16 Noroeste de México
17 Oaxaca
18 Costa de Oaxaca
19 Península de Yucatán-Golfo
20 Norte de la Península de Yucatán
21 Quintero Roo Sur
22 Islas Revillagigedo
23 Meseta Central
24 Costa de Sonora
25 Noroeste de Sonora
26 Sonora Sur
27 Veracruz Medio
Áreas Naturales Protegidas

Figura 24. (Leyenda) Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PAE) con los cuadros de un grado y la matriz de todas las especies de anfibios y reptiles para la República Mexicana sobrepuesta con las ANP (I. G.).

El análisis de parsimonia de la matriz de un grado con especies endémicas (Cladograma 4) nos dio un árbol de 3153 pasos de largo, un $CJ= 17$ y $R1= 45$. El resumen de las 25 áreas de endemismo resultantes se muestra a continuación, en el cuadro 5 (15, 16 y 17).

Cuadro 5. Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PA15) con los cuadros de un grado y la matriz de las especies de anfibios y reptiles endémicas para la República Mexicana. Resultados del análisis de discrepancias con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) mapa obtenido del Laboratorio de SIG's y PR (I. G.) y las Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación (RTP) mapa obtenido de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx>).

Área de endemismo	ANP	RTP	Registros	Riqueza
1. Baja California Sur El Cabo.	Sierra La Laguna y Cabo San Lucas.	Sierra La Laguna, que también es área natural protegida, y abarca también a ala anp del Cabo San Lucas.	1829	64
2. Isla Cedros.	El Vizcaíno	El Vizcaíno -El Barril.	360	27
3. Costa Este Baja California Sur.	Bahía de Loreto, Archipiélago del Espíritu Santo e Islas del Golfo de Baja California.	Sierra la Giganta y Sierra El Mechudo.	1641	66
4. Chiapas.	Volcán Tacaná, El triunfo, La Encrucijada, La Sepultura, Cañón del Sumidero, Pantanos de Centla, Lacantun, Bonampak, Yaxchilan, Montes Azules, Chan Kin, Yaha, Metzabok, Cascadas de Agua Azul y Palenque	Tacaná- Boquerón, Selva Espinosa Alto Grijalva - Motozintla, El moztotil, El triunfo- La Encrucijada- Palo Blanco, Selva Zoque - La Sepultura, La Chacóna - Cañón del Sumidero, Huitepec -Tzontehuitz, Bosques mesófilos de los Altos de Chiapas, El manzanilla, Pantanos de Centla.	22391	378
5. Chihuahua Centro.	Mavavi, Turuaca y Cumbres de Majalca.	Cuenca del río Chico - Sirupa, y parte del Lago Los Mexicanos, Bavispe -El Tigre, Alta Tarahumara - Barrancas y Sierra del Nido -Pastizal de Flores Magón.	784	89
6. Chihuahua Sur.		Rocahuachi -Nanaruchi, Alta Tarahumara - Barrancas y Guadalupe y Calvo Mohinota.	891	58
7. Chihuahua Suroeste.	Cascada de Bassaseachic y la Sierra de Álamos Río Chuchujaqui.	Cascada de Bassaseachic, Alta Tarahumara - Barrancas, Cañón Chinipas, Lago Los Mexicanos, Yécora -El Reparo.	459	75

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

8. Coahuila Centro.	Cuatro Ciénegas.	Cuatro Ciénegas, Sierra de La Madera, Sierra La Fragua y Sierras La Encantada - Santa Rosa.	828	71
9. Cuenca del Balsas.	Nevado de Toluca.	Nevado de Toluca, Sierras Taxco-Huautla, Sierra Nanchichila e Infiernillo.	2873	160
10. Noreste de Durango.		Cuchillas de la Zarca y Sierra La Fragua.	1387	94
11. Eje Volcánico.	Insur. José María Morelos, Cañada Garnica, Mariposa Monarca, Bosencheve, Ciénegas del Lerma, Corredor Biológico del Chichinautzin, Desierto del Carmen o De Nixongo, Sierra de Huautla, Lagunas de Zempoala, Los Remedios, Lomas de Padierna, Cumbres del Ajusco, Molino de Flores Netzahualcoyotl, Itzacihuatl-Popocatepetl, Zoquiapan y Anexas, Tehuacán-Cuicatlán, Grutas de Cacahuamilpa, El Tepeyac y Desierto de los Leones.	Sierra Nevada, Ajusco - Chichinautzin, Sierras de Taxco - Huautla, Nevado de Toluca, Sierra de Chinchua y Cerro Ancho - Lago de Cuitzeo.	18004	302
12. Costa Norte del Golfo de México.	Sistema Arrecifal Veracruzano.	Laguna Madre, Laguna de Tamiahua, Laguna de San Andrés, Sierra de Tamaulipas, Encinares Tropicales de Loma Las Pitas y Sierra Maratines, Dunas costeras del centro de Veracruz, Encinares Tropicales de la planicie costera veracruzana y Humedales de Papaloapan, e interseca a Sierra Gorda - río Moctezuma, Sierras del norte de Oaxaca - Mixe y Cuetzalan.	7267	277
13. Guerrero.	El Veladero.	Cañón del Zopilote, Sierra Madre del Sur de Guerrero, Sierras Trique - Mixteca y Bajo Rio Verde - Chacahua.	8803	285
14. Islas Tiburón - Ángel de la Guarda.	Islas del Golfo de Baja California, Archipiélago de San Lorenzo, Isla San Pedro Mártir e Isla Tiburón.	Sierras La Libertad - La Asamblea y Sierra Seri.	956	66

15. Jalisco Centro.	Manantlán, Volcán de Colima, Tacintaro y La Primavera.	Manantlán-Volcán de Colima, Tacintaro y Sierra de Coalcomán, Cerro Viejo -Sierras de Chapala y Chamela -Cabo.	6909	239
16. Nayarit.	Meseta de Cacaxtla.	Marismas Nacionales, Río Presidio, Sierra Los Huicholes, Cuenca del río Jesús María y Sierra Vallejo -Río Ameca.	3039	178
17. Centro Oeste de Nuevo León.	Cumbres de Monterrey y Cerro de la Silla.	Tokio, El Potosí -Cumbres de Monterrey, Cañón de Iturbide, Sierra Picachos y La Popa.	4969	142
18. Oaxaca.	Lagunas Chachahua, Valle de Tehuacán -Cuicatlán y el anp de Huatulco.	El Tlacuache, Cerros Negro -Yucaño, Sierras del norte de Oaxaca -Mixe, Sierras Triqui -Mixteca, Sierra sur -Costa de Oaxaca, Bajo río Verde -Chachahua, Selva Zoque -La Sepultura y Valle de Tehuacán - Cuicatlán.		
19. Península de Yucatán.	Dzibilchaltun, Tulum, Otoch Ma_Ax Yetel Kooh, Arrecifes de Puerto Morelos y Cozumel.		2664	136
20. Quintana Roo Medio.	Sian Ka'an.	Zonas Forestales de Quintana Roo y Sian Ka'an -Uaymil -Xcalak.	273	62
21. Sur de la Sierra Madre Oriental.	Sierra de Alvarez, Sierra Gorda, El Cimatarío, Sierra del Abra Tanchipa, Barranca de Metztlán, La Malinche, El Potosí, Jicotencatl, Cofre de Perote, Pico de Orizaba, Zoquiapan y Anexas, Iztaccihuatl-Popocatepetl, Cañón del Río Blanco y Valle de Tehuacán-Cuicatlán.	Sierra Gorda -río Moctezuma, Bosques mesófilos de la Sierra Madre oriental, Pico de Orizaba -Cofre de Perote, La Malinche, Cerro Zamorano, Sierra de Álvarez, IJanura del Río Verde, Sierra Nevada, Cuetzalan, Valle de Tehuacán -Cuicatlán, Sierras del norte de Oaxaca -Mixe, y Encineras tropicales de la planicie costera veracruzana.	28994	387
22. Sonora Centro.		Sierra Libre, Sierra Mazatán, Sierra el Bacatete, San Javier -Tepoca, y Sierras El Maviro -Santo Niño.	288	46

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

23. Costa Sonora.	Cajón del Diablo e Islas del Golfo de Baja California.	Cajón del Diablo, Sierra Libre y Sierra el Bacatete.	1311	94
24. Oeste de Tamaulipas.	Sierra del Abra Tanchipa.	El Cielo, Valle de Jaumave, San Antonio -Peña Nevada, Puerto Purificación, Sierra Abra - Tanchipa, El Huizache, Pastizales gipsófilos de Matehuala, Sierra de San Carlos, Tokio y Cañón de Iturbide.	7995	193
25. Veracruz Sur.	Sierra Los Tuxtlas.	Sierra Los Tuxtlas -Laguna Ostión, Humedales Papaloapan, Sierras del Norte de Oaxaca -Mixe y Selva Zoque -La Sepultura.	6965	228

El área de endemismo con mayor número de registros es la 21. Sur de la Sierra Madre Oriental, la cual cuenta con 28 994 que pertenecen a 387 especies, siendo también la de mayor riqueza en esta combinación. El área que sigue tanto en número de registros como en riqueza es la 4. Chiapas con 22 391 herpetozoos recolectados correspondientes a 378 especies. En la tercera posición se encuentra la 11. Eje Volcánico, para ésta área de endemismos hay 18 004 registros de anfibios y reptiles de 387 especies. Estas áreas forman parte de algún área natural protegida o región terrestre prioritaria para la conservación.

De manera que de esto podemos deducir que en las distancias infinitas tiene que haber un lugar donde todo sea luz y que la luz de ese altísimo lugar donde todo es luz simplemente no nos ha llegado todavía.

Lawrence Ferlinghetti

TEJIS CON
FALLA LE ORIGEN

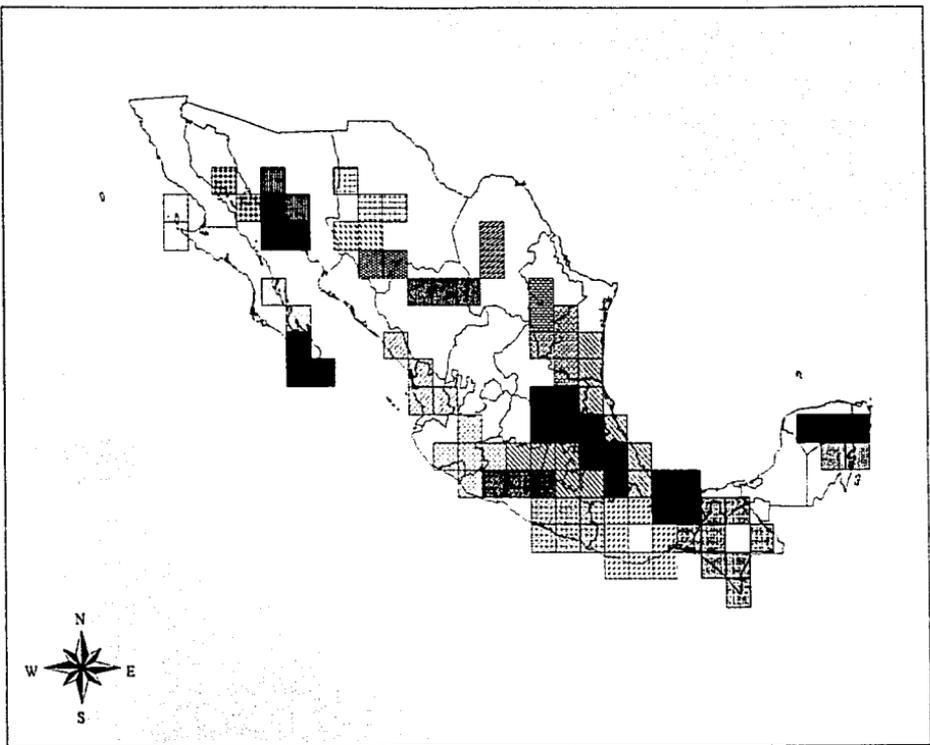
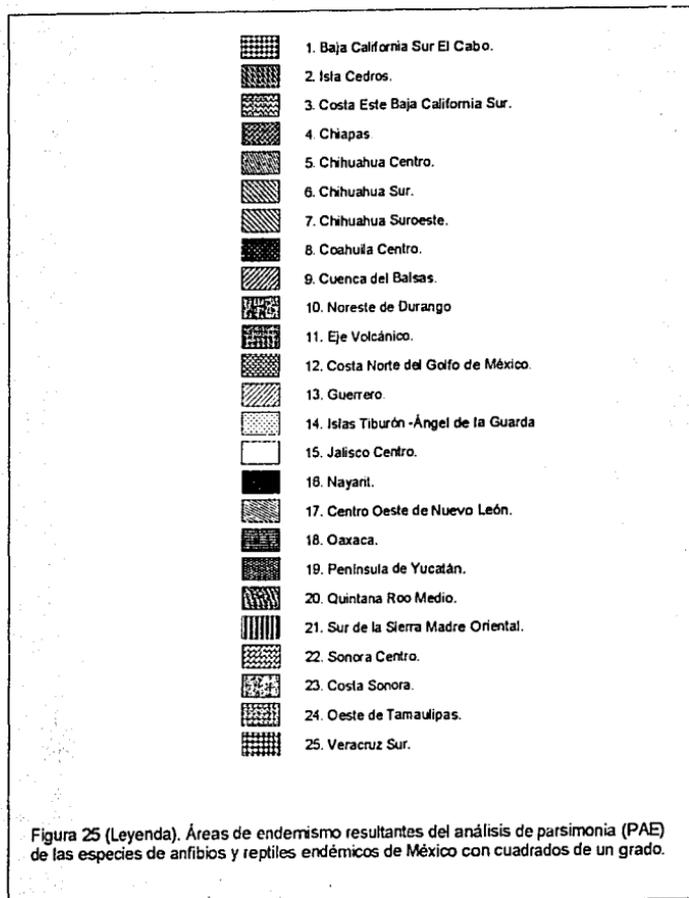


Figura 15. Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PAE) con los cuadros de un grado y la matriz de las especies de anfibios y reptiles endémicas para la República Mexicana.



TEJIS CON
FALLA LE ORIGEN

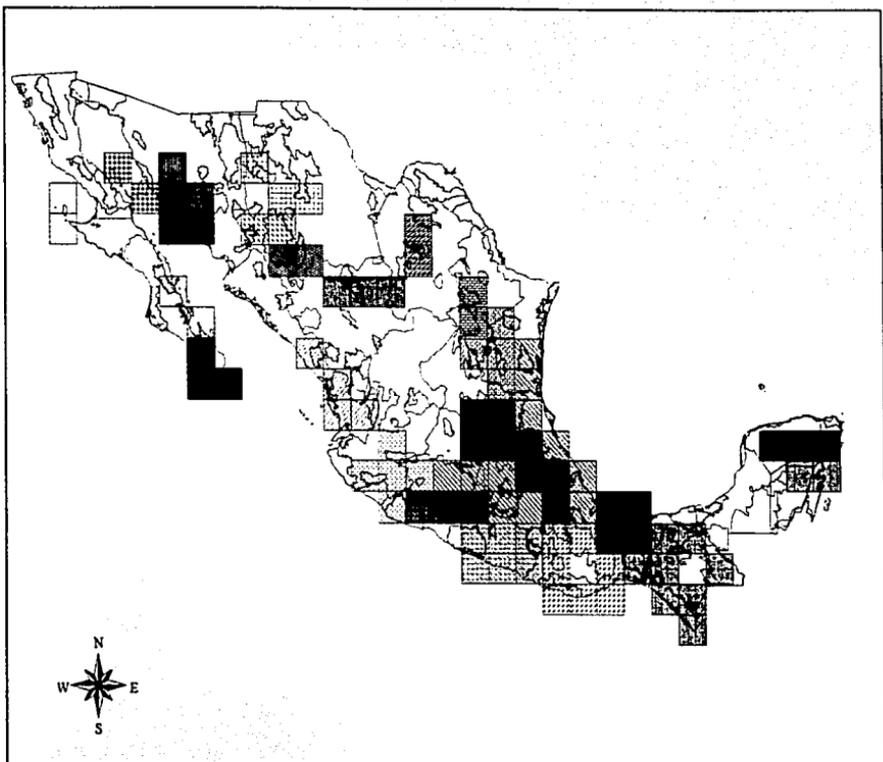
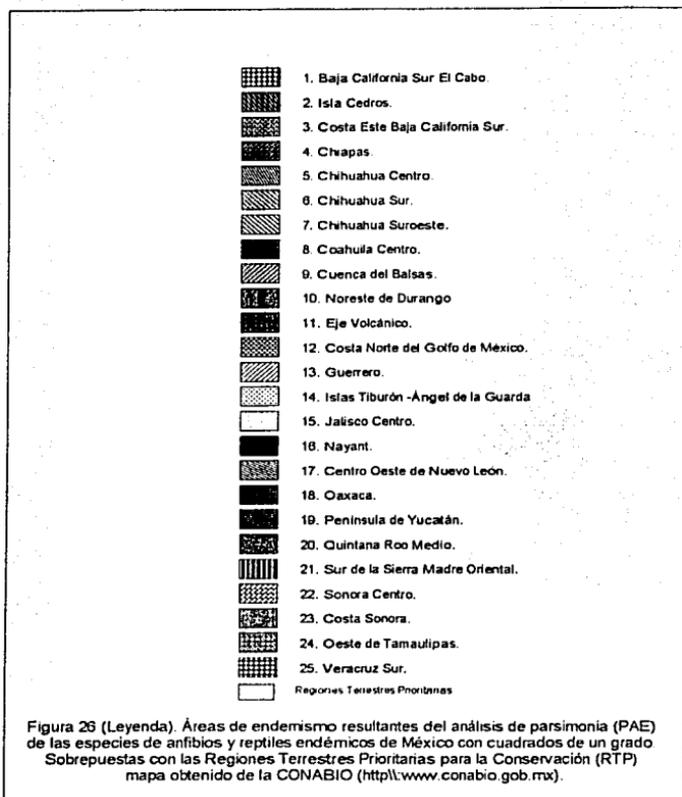


Figura 16. Áreas de endemismo resultantes del análisis de endemismos (PAE) con los cuadros de un grado y la matriz de las especies de anfibios y reptiles endémicas para la República Mexicana. Resultados del análisis de discrepancias con las Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación (RTP) mapa obtenido de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx>).



TEJES CON
FALLA DE ORIGEN

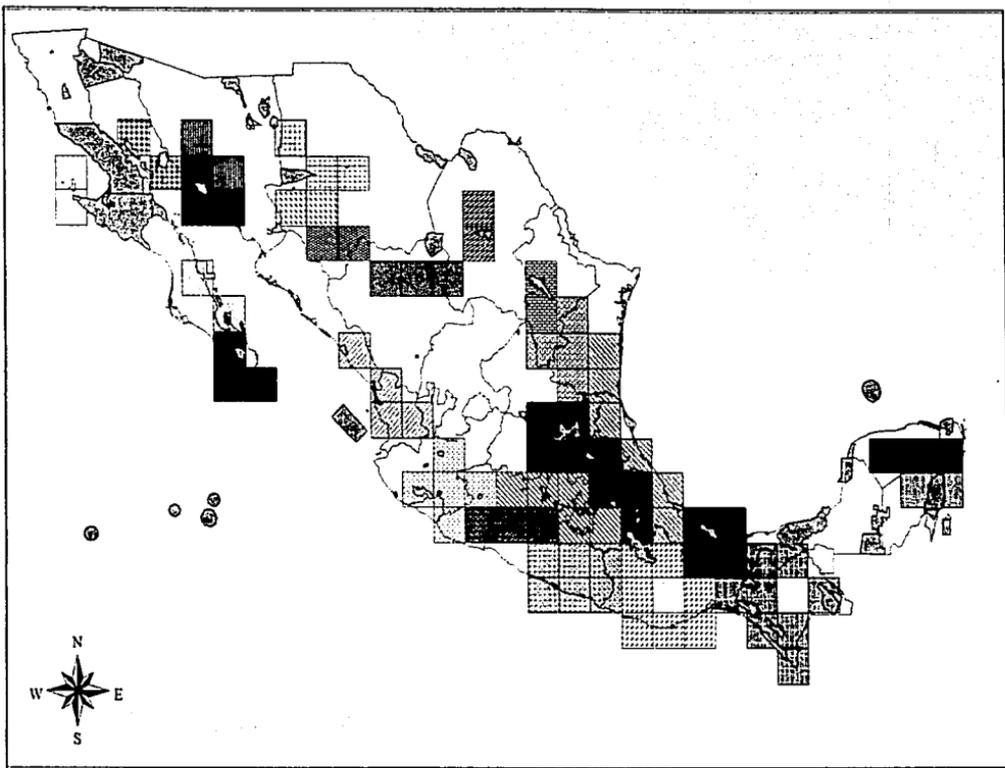


Figura 17. Áreas de endemismo resultantes del análisis de parsimonia de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadros de un grado. Sobrepuestas con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) mapa proporcionado por el Laboratorio de SIG's y PR (I. G.).

- | | |
|--|---------------------------------------|
|  | 1. Baja California Sur El Cabo. |
|  | 2. Isla Cedros. |
|  | 3. Costa Este Baja California Sur. |
|  | 4. Chiapas. |
|  | 5. Chihuahua Centro. |
|  | 6. Chihuahua Sur. |
|  | 7. Chihuahua Suroeste. |
|  | 8. Coahuila Centro. |
|  | 9. Cuenca del Balsas. |
|  | 10. Noreste de Durango |
|  | 11. Eje Volcánico. |
|  | 12. Costa Norte del Golfo de México. |
|  | 13. Guerrero |
|  | 14. Islas Tiburón -Ángel de la Guarda |
|  | 15. Jalisco Centro. |
|  | 16. Nayant. |
|  | 17. Centro Oeste de Nuevo León. |
|  | 18. Oaxaca. |
|  | 19. Península de Yucatán. |
|  | 20. Quintana Roo Medio. |
|  | 21. Sur de la Sierra Madre Oriental. |
|  | 22. Sonora Centro. |
|  | 23. Costa Sonora. |
|  | 24. Oeste de Tamaulipas. |
|  | 25. Veracruz Sur. |
|  | Áreas Naturales Protegidas |

Figura 27 (Leyenda). Áreas de endemismo resultantes del análisis de parsimonia (PAE) de las especies de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadrados de un grado. Sobrepuestas con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) mapa proporcionado por el Laboratorio de SIG's y PR (I. G.).

Cuadro 5. Comparación de las áreas de endemismo obtenidas con el análisis de parsimonia de la matriz de medio grado y todas especies de herpetozoos del País, con las áreas biológicamente importantes de distintos trabajos con diferentes métodos.

Áreas de endemismo.	GARP	Panbiogeográficos (nodos)	Análisis por transectos	Optimización
Sur de la Sierra Madre Oriental	X	3	X	
Guerrero largo		2, 1		
Noreste de Oaxaca y norte de Chiapas		1, 1		
Oaxaca Istmo- Costa		1,1		
Chiapas		1,1		1
Cuenca Balsas	X	1		
Centro de la República Mexicana	X			
Jalisco Centro	X			
Michoacán Norte	X		X	4
Costa Centro de Guerrero				2
Costa Sur de Tamaulipas				1
Noroeste de Chihuahua				1
Chihuahua Oeste				1
Costa Pacífico Norte				1
Centro Norte de Durango				1
Durango Centro Oeste				1
El Cabo en Baja California Sur	X		X	
Tehuacán-Morelos			X	
Norte de Oaxaca			X	

En el cuadro 5 se puede observar el resumen de las comparaciones que se hicieron con distintos trabajos con diferentes métodos, el modelo de predicción GARP fue realizado con anfibios y reptiles endémicos en la presente investigación, los trabajos panbiogeográficos consultados fueron realizados por García-Marmolejo (2003) con mamíferos tropicales y Ochoa *et al.*, (2003) con mariposas de distribución neotropical, el análisis por transectos fue realizado por Flores-Villela (1991b) para la herpetofauna del país, el trabajo de optimización se desarrollo para aves con humedales por Pérez Arteaga *et al.* (2002).*

* El espíritu del valle nunca muere. Es la mujer, la madre primordial.
Su entrada es la raíz del cielo y de la tierra. Es como un velo apenas vislumbrado.
Úsalo nunca te fallará.

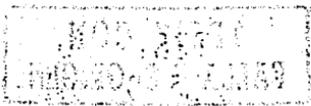
El límite es tu imaginación...
pero la paciencia tiene un límite.
A. Navarro

Discusión

GARP

Las áreas de mayor riqueza potencial de anfibios y reptiles endémicos de México que se consideraron como áreas de endemismo para la herpetofauna basándose en la propuesta de Morrone (2001), se ubican en las zonas del Eje Volcánico y Depresión del Balsas, y coinciden con la región más poblada del país, y de las más recolectadas. Estos patrones de distribución de las especies endémicas ya habían sido registrados por otros autores en distintos grupos de vertebrados, Ramírez Pulido y Müdespacher para mamíferos (1987, en Flores-Villela, 1991b) Escalante-Pliego *et al.* para aves (1991, en Flores-Villela, 1991b) y para todos los vertebrados endémicos de Mesoamérica por Flores-Villela (1988; Flores-Villela, 1991b). A diferencia de este trabajo en las investigaciones antes mencionadas no se utilizó ningún tipo de modelo predictivo, en ambos casos los resultados son semejantes. Por lo que es muy sugestiva la idea de que existan verdaderamente historias biogeográficas comunes en estos organismos (Flores-Villela, 1991b), siendo factores determinantes la topografía tan accidentada, lo que ocasiona heterogeneidad ambiental (Flores-Villela y Gerez, 1994), y la posición de *transición* entre las biotas de Norteamérica y de Sudamérica, dando lugar a esta riqueza en especies endémicas en la zona del Eje Volcánico y las partes altas de la Depresión del Balsas.

Existen otras zonas de alta riqueza potencial de especies endémicas o áreas de endemismo: la península de Yucatán hasta colindar con Guatemala y Belice, zonas de alta riqueza también en mastofauna (Escalante *et al.* 2002), y, el sur de la península de Baja California, sobre todo el área del Sierra La Laguna, presentan valores altos de riqueza potencial. Coincidiendo con lo encontrado por Rojas-Soto *et al.* (2003) para aves. Además el trabajo realizado por Rojas-Soto *et al.* (2003) mostró que se obtiene una mejor resolución en los cladogramas cuando primero se aplica un modelo predictivo y después se somete al análisis de parsimonia, en la presente investigación por falta de tiempo ya no se sometió al análisis de parsimonia los resultados obtenidos con el modelo predictivo.



Las zonas de menor riqueza potencial se encuentran en todo el norte del país con excepción de las tierras subhúmedas extratropicales de Tamaulipas y Nuevo León, concordando sólo en la primera parte con lo encontrado por Flores-Villela (1991b). Ya que en las áreas subhúmedas de Tamaulipas y Nuevo León la riqueza potencial de anfibios y reptiles tiene valores tan altos como en la península de Yucatán, coincidiendo con lo encontrado para mamíferos (Escalante *et al.* 2002).

El principal tipo de vegetación donde ocurren las áreas de endemismo obtenidas con éste método que corresponden a las áreas de mayor riqueza potencial de anfibios y reptiles, es el bosque de *Pinus-Quercus*, seguido de selva baja caducifolia. Se sabe que el bosque de *Pinus-Quercus* ocupa el tercer lugar en especies de vertebrados endémicos a mesoamérica que ocurren en México (Flores-Villela y Gerez, 1994) y que en este tipo de vegetación habita el 22.8% de las especies de vertebrados mesoamericanos, 6% de los cuales solamente habitan en este tipo de vegetación; además, la selva baja caducifolia (o bosque tropical caducifolio) ocupa el cuarto lugar en diversidad de especies de vertebrados endémicos a mesoamérica albergando al 19.6% de las mismas, y el 16.9% de las anteriores están restringidas a este tipo de vegetación. Por lo cual las áreas de riqueza potencial son congruentes con la riqueza antes observada en estos tipos de vegetación. Haciendo de esta zonas áreas importantes biológicamente y prioritarias para la conservación.

Las zonas de riqueza potencial de anfibios y reptiles endémicos resultado del GARP coinciden entre sí a pesar de que no tienen los mismos requerimientos ecológicos, esto se debe, quizás al tipo de muestreo, ya que ambos se recolectan al mismo tiempo y con los mismos métodos. Ya que los modelos de predicción están basados en los puntos de recolecta, así, a pesar de que las condiciones microambientales, tales como la temperatura del sitio de muestreo específico, la humedad relativa específica, hora del día, etc., varíen enormemente entre las recolectas de las distintas clases, las condiciones ambientales generales no lo hacen, y son éstas las que toman en cuenta los algoritmos de los modelos de predicción (ver materiales y métodos), en este caso en particular el GARP. Sobre la variación de las condiciones A. Russel Wallace menciona para un trabajo de caracoles:

Es un error suponer que lo que a nosotros nos parecen condiciones idénticas resulten ser en realidad idénticas para organismos tan pequeños y delicados como son los caracoles sobre cuyas necesidades... nuestra ignorancia es tan profunda. Las proporciones exactas de las diversas especies de plantas, el número de individuos de cada tipo de insecto

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

o pájaro, las peculiaridades de mayor o menor exposición a la luz solar o al viento durante ciertas épocas críticas, y otras ligeras diferencias, absolutamente inmateriales e irreconocibles para nosotros puede resultar enormemente significativas para estas humildes criaturas... (en Gould, 1994).

Aunque no son caracoles, estas reflexiones de Wallace tienen cabida para la herpetofauna, y es de importancia que se tomen en cuenta, sobre todo en trabajos de modelaje y/o distribución potencial. El dejar de lado las variaciones microambientales que ocurren en los lugares de recolecta puede ser una de las razones por las que los modelos de predicción sobreestiman las distribuciones potenciales de los taxones.

El origen de todo patrón biogeográfico no es nunca completamente histórico ni completamente ecológico, sino más bien el resultado de una combinación de ambos tipos de procesos.
Morrone & Crisci, 1995.

PAE

Asumiendo que los organismos que pertenecen a una especie comparten una historia común y han estado sometidos a los mismos procesos evolutivos que las áreas a las que pertenecen, se puede decir que éstas también son entidades históricas reales, y que los taxones endémicos que ocupan éstas áreas sufren fenómenos similares a las áreas, es decir, que han estado sometidos a los mismos eventos de división de sus áreas de distribución ancestral (Espinosa *et al.*, 2002). Razón por la cual es de suma importancia el estudio de las áreas de endemismo.

México ha llamado la atención de diferentes científicos por la gran biodiversidad que posee, una causa de ella es la topografía escabrosa que surca todo su territorio, que causa heterogeneidad ambiental. Además el país cuenta con un gran número de especies endémicas para la herpetofauna casi el 60% (Flores-Villela y Canseco, aceptado) por lo que es un buen candidato para estudiar áreas de endemismo. Por otro lado, al utilizar áreas geopolíticas como áreas de estudio se pueden perder áreas disjuntas de endemismo, esto es, se cortan áreas de endemismo. Sin embargo se tiene que delimitar de alguna manera el área de estudio, y ésta, es casi siempre, arbitraria. Una buena manera de evitar la pérdida de información es utilizar áreas independientes, como los cuadros de un grado y de medio grado. Aunque en este caso los cuadros están delimitados a sólo los que caen dentro de los

límites de la República Mexicana, por razones prácticas de manejo de información, ya que son unidades manejables para un análisis como el realizado en este trabajo.

En México se han propuesto muchas regionalizaciones, en total 19, desde la de Smith (1939) basada en un género de lagartijas (*Sceloporus*), con el objetivo de dividir geográficamente al país. Se ha visto que las obtenidas con plantas, insectos y aves son relativamente congruentes (Morrone y Escalante, 2002). En los árboles obtenidos en los análisis de parsimonia para las matrices de todas las especies de anfibios y reptiles, los clados completos en ambos tamaños de retículas, de medio y de un grado, dan una regionalización de México que es bastante congruente con las 19 que previamente se han propuesto para México.

La posibilidad de que coincidan los centros de endemismo con los centros de riqueza, existe, sin embargo puede haber zonas de riqueza que no contengan especies endémicas (Bojorquez y Flores-Villela, 1991) o que los patrones de riqueza no sean congruentes con los de endemismo, tal es el caso de los encontrados por Peterson *et al.* (1993) con diferentes grupos de animales. Pero en el presente caso las zonas de mayor riqueza si concuerdan, en general, con las áreas de endemismo encontradas con los análisis de parsimonia, otorgándoles más importancia tanto en la biogeografía histórica como en la ecológica.

En el análisis que se realizó para delimitar las áreas de endemismo utilizando índices de consistencia de los taxones (sinapomorfias) que delimitaban los nodos, se observó que los cladogramas formados con base en las matrices de medio grado con todas las especies y endémicas solamente, había más taxones con índices de consistencia de 1 que en los de cladogramas de las matrices de un grado, ya que en estos últimos se presentaban como autopomorfias. Esto nos lleva a pensar que el grado de resolución en los árboles de medio grado es mucho mejor.

Debido a que las áreas de endemismo encontradas en los cuatro análisis de parsimonia que se efectuaron, muestran muchas homologías, y algunas áreas son definidas por más de un cladograma resultante de las distintas combinaciones de tamaño de cuadro- número de

* Sentado en la playa, al borde del océano, en una hermosa tarde de verano, mirando romper las olas, mientras seguía mi ritmo respiratorio, de repente supe que todo lo que me rodeaba era una gigantesca danza cósmica.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

especies, tales son los casos de las regiones de las Islas Mariás, el sur de la Sierra Madre Oriental, las Islas Revillagigedo, sur de Baja California Sur, Oeste del Eje Volcánico, Chiapas, entre otras, y a que es mejor trabajar con áreas pequeñas por ser políticamente y económicamente más viable, como se mencionó en el capítulo de riqueza, se optó por mantener las áreas obtenidas de la matriz de todas las especies y los cuadros de medio grado como las mejores y utilizarlas para las comparaciones con otros trabajos.

Morrone y Escalante (2002) realizaron un trabajo similar al presente pero con mamíferos. Hicieron matrices de un grado, medio grado, ecorregiones y provincias. Los resultados que obtuvieron para la matriz de $\frac{1}{2}^{\circ}$ no fueron nada alentadores, del análisis de parsimonia les resulta una enorme politomía de más de 17 000 pasos. Aunque el cladograma resultante de anfibios y reptiles para la matriz de medio grado con todas las especies es el más grande de todos los obtenidos con 15 522 pasos, la resolución del mismo es bastante aceptable (Cladograma 1) a pesar de que el índice de consistencia es muy bajo siendo igual a 6, y el de retención a 42, tiene un nivel admisible para la cantidad de ramas terminales con las que se trabajó. Lo anterior nos muestra que para este tipo de análisis (PAE) los datos herpetofaunísticos son más robustos que los mastofaunísticos, ambos provenientes de colecciones.

Al contrario de lo que mencionan Morrone y Escalante (2002), en el trabajo antes mencionado, en lugar de bajar el número de pasos absolutos conforme el área decrementa, sucede exactamente lo contrario, conforme aumenta el área el número de pasos disminuye, y viceversa. Asimismo, es innegable la relación que existe entre las sinapomorfias y área, conforme ésta disminuye aquellas se incrementan.

Las áreas de endemismo resultantes del cladograma 1, de todas las especies y cuadros de medio grado, que concuerdan con las áreas de endemismo potencial de herpetozos encontradas con el modelo predictivo GARP son: Sur de la Sierra Madre Oriental, Centro de la República Mexicana, Jalisco Centro, Oaxaca Norte, y Michoacán Norte. Además, casi todas las áreas de mayor riqueza potencial obtenidas con el modelo de predicción pertenecen a algún área de endemismo encontrada con el análisis de parsimonia.*

* Uno de los momentos más gratificantes de la vida se produce en esa fracción de segundo en que lo conocido se transforma de pronto en el aura deslumbrante de lo profundamente nuevo.

Edward Lindana

Los trabajos panbiogeográficos que se consultaron, corresponden a mamíferos tropicales (García-Marmolejo, 2003), y a mariposas (Ochoa, *et al.*, 2003). Es importante resaltar que no importando que grupo de individuos se utilice existen homología muy interesantes como se puede observar. Más de un 50 % de los nodos encontrados corresponden a algún área de endemismo. Todas las áreas de endemismo en las que se localiza un nodo panbiogeográfico son importantes, no sólo por ser áreas de endemismo sino porque tienen una historia biológica compleja, lo que las hace prioritarias para estudiar y conservar

Por otro lado en un estudio que realizaron para localizar humedales (Optimización) como sitios prioritarios para aves, y que no habían sido identificados anteriormente, Pérez Arteaga *et al.* (2002) encontraron 34 sitios prioritarios. De éstos, 10 de los sitios de baja prioridad y 3 de los de alta, es decir el 38.25 % de los sitios prioritarios resultantes del análisis caen en un área de endemismo de las obtenidas con cuadros de medio grado y todas las especies. Estas áreas además de ser importantes para aves lo son para anfibios y reptiles.

Siguiendo con el grupo de las aves, Rojas-Soto *et al.* (2003) realizaron un trabajo para identificar los patrones de endemismo de ésta clase de la Península de Baja California, utilizando GARP y posteriormente PAE. De los resultados obtenidos en el estudio, la región del Cabo en Baja California Sur es la única que se muestra congruente con las áreas de endemismo resultantes para anfibios y reptiles. Ésta región, además, se mantiene unida en las cuatro combinaciones de tamaño de retícula – número de especies. Pautas que hacen importante en cuanto a la particularidad histórica de su biota.

En el trabajo que realizó Flores-Villela (1991b) para analizar la riqueza de la herpetofauna endémica utilizó transectos a través de la República Mexicana, algunas de las áreas ricas en especies endémicas que encontró coinciden con áreas de endemismo resultantes de los análisis de parsimonia: 1) Sur de Baja California, ésta área además de estar definida por tres de los cuatro cladogramas, en los resultados de los modelos de predicción también obtiene valores de endemismo potencial alto; 2) La región del pico de Orizaba en Veracruz y Puebla, además de albergar una alta riqueza en herpetofauna en general corresponde

* De pronto se comprende algo que se ha comprendido durante toda la vida, pero lo comprendes de un modo diferente. Eso es aprender.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

también las zonas con alta riqueza potencial y, además pertenece al área de endemismo Sur de la Sierra Madre Oriental encontrada en todos los cladogramas, 3) Sierra de Ixtlán en el centro de Oaxaca corresponde al área de endemismo de Tehuacán-Morelos y a Oaxaca Norte y a los cuadros con mayor número de especies y de registros. 4) El extremo oeste del Eje Volcánico es una de las zonas con mayor riqueza potencial endémica y pertenece al área de endemismo de Michoacán Norte (Flores-Villela, 1991b), donde además se localizan cuatro sitios prioritarios para aves (Pérez Arteaga *et al.* 2002). La biota de cada una de las áreas anteriores tiene una historia en común. Todas estas áreas son bióticamente complejas y de composición única, por lo que deben ser prioritarias en la conservación y estudio.

Estos son tan sólo algunos ejemplos de que aún cuando se trabajan distintos grupos (aves, mariposas, mamíferos) y con métodos diferentes las áreas de diversidad biológica coinciden de manera importante en México hablándonos de patrones de diversidad, los cuales a su vez nos muestran patrones históricos de diversificación. Además de que todas las concordancias anteriores hacen más palpable la evidencia de la historia de biotas comunes, y nos dan herramientas para elegir con mayor precisión áreas para conservar y estudiar.

* No lo olvides. Pero no lo vivas cuando lo recuerdes.

M. E. C. C.

Como sucede siempre en historia natural,
nada es tan simple o carente de excepciones
como pueda sugerir su expresión más nítida.
S. J. Gould.

Conclusiones

Las áreas de riqueza potencial de herpetozoos endémicos encontradas con GARP son congruentes con las encontradas en otros trabajos de vertebrados. El Eje Volcánico y la parte norte de la Depresión del Balsas son las áreas de mayor riqueza potencial para herpetofauna endémica.

Del análisis de parsimonia (PAE) se encontraron 63 áreas de endemismo para la matriz de todas las especies y los cuadros de medio grado; 56 áreas resultaron del análisis con el mismo tamaño de retícula de las especies de anfibios y reptiles endémicas a la República. En los cuadros de un grado, 27 áreas de endemismo se encontraron con todas las especies y 25 resultaron al utilizar solamente las endémicas. Las áreas de endemismo en general concuerdan no importando ni la retícula ni la cantidad de especies, aunque se tiene mejor resolución para las de medio grado con todas las especies. Esto aunado a que es mucho más factible preservar áreas pequeñas que áreas grandes, lo anterior no significa que sea lo mejor, pero económica y políticamente es más viable.

Las regiones del Sur de la Sierra Madre Oriental, el centro de Jalisco, el Eje Volcánico, Sureste de Michoacán y Norte de Oaxaca, son zonas que además de pertenecer a las más ricas en especies, son zonas importantes de endemismo, cualidad corroborada tanto por modelos predictivos (GARP) como por análisis de parsimonia (PAE). Estas áreas tienen una historia única por lo que deben ser consideradas como prioritarias para la conservación.

La región de la Sierra Madre del Sur resultó el área biológicamente más interesante, esta zona no sólo es un área de endemismo que se agrupa en todas las combinaciones de tamaño y número de especies en los análisis de parsimonia (PAE), también corresponde a una zona de riqueza potencial de herpetofauna endémica de México encontrada con GARP, a tres nodos panbiogeográfico encontrado con mamíferos, y varios cuadros de ambos conjuntos complementarios caen dentro de esta área. Haciendo de esta región una zona bióticamente compleja. Importante, no sólo para conservar sino para estudiar.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

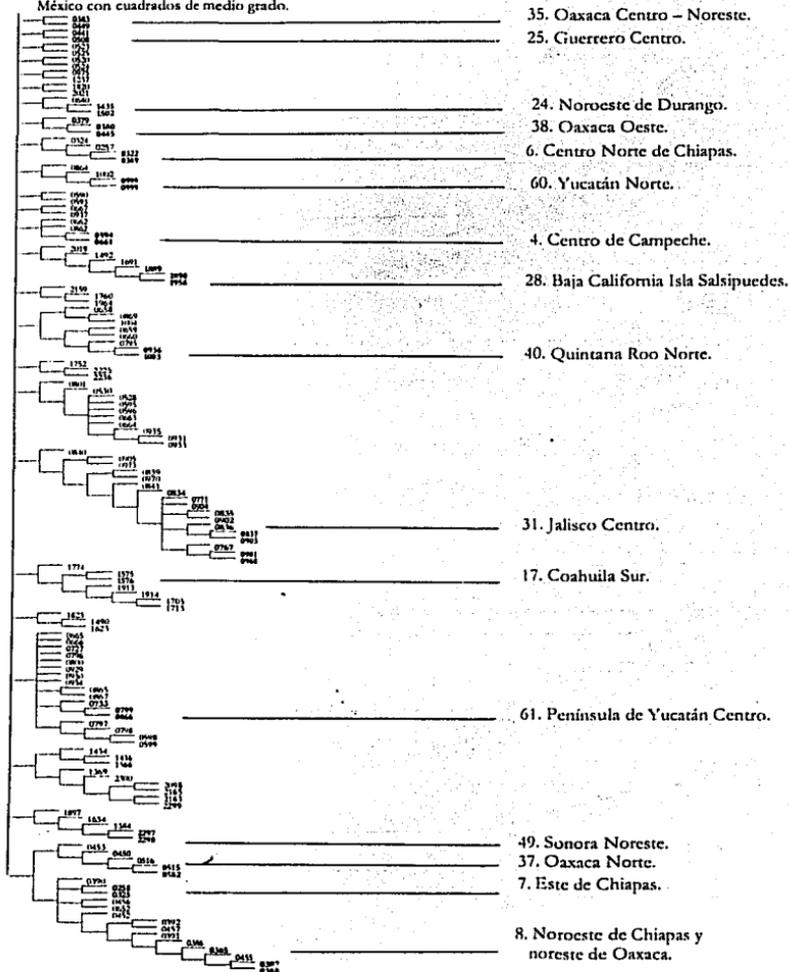
Todas las homologías encontradas con distintos grupos y diferentes métodos que coinciden con las áreas encontradas a través del análisis de simplicidad de endemismos (PAE), sientan las bases para utilizarlo como un buen método para encontrar áreas importantes biológicamente, a pesar de que no es considerado como un método de la biogeografía histórica.

• Somos lo que pensamos. Todo cuanto somos proviene de nuestros pensamientos. Con nuestros pensamientos hacemos el mundo...

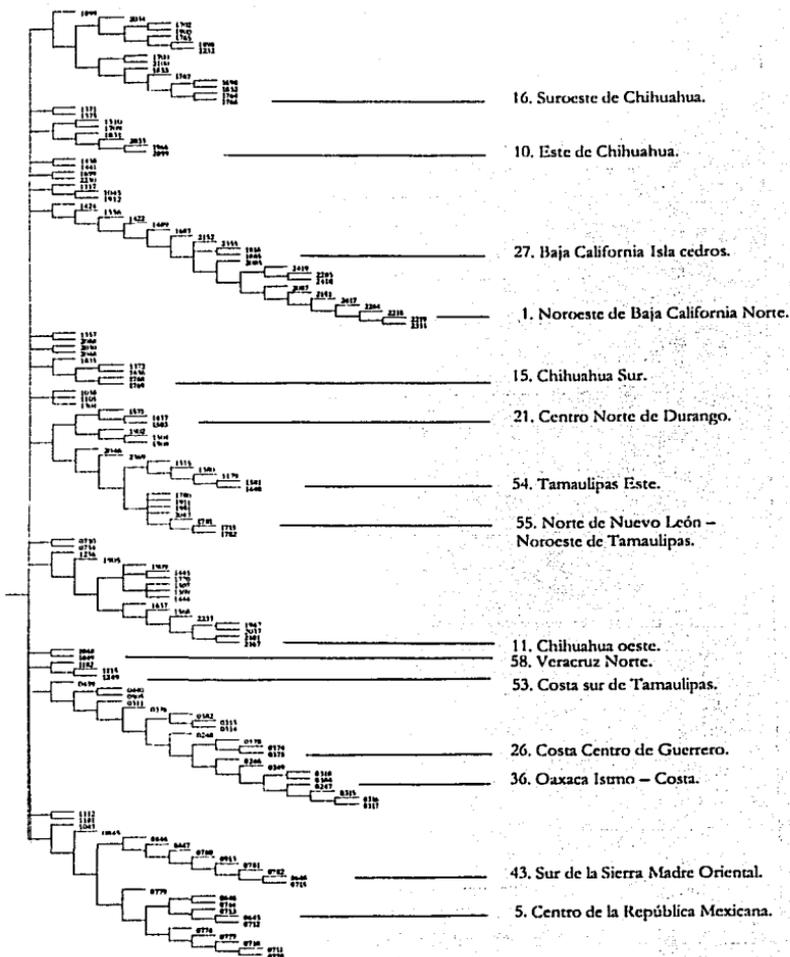
Dhammapada: Las enseñanzas de Buda

Apéndice 1

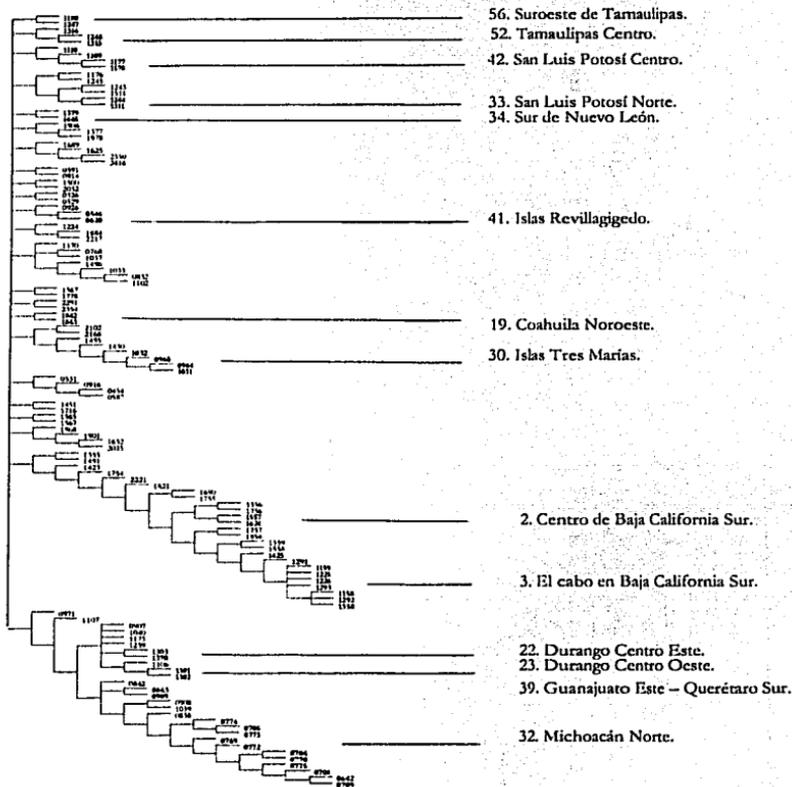
Cladograma 1. Consenso estricto del análisis de parsimonia de las especies de anfibios y reptiles de México con cuadrados de medio grado.



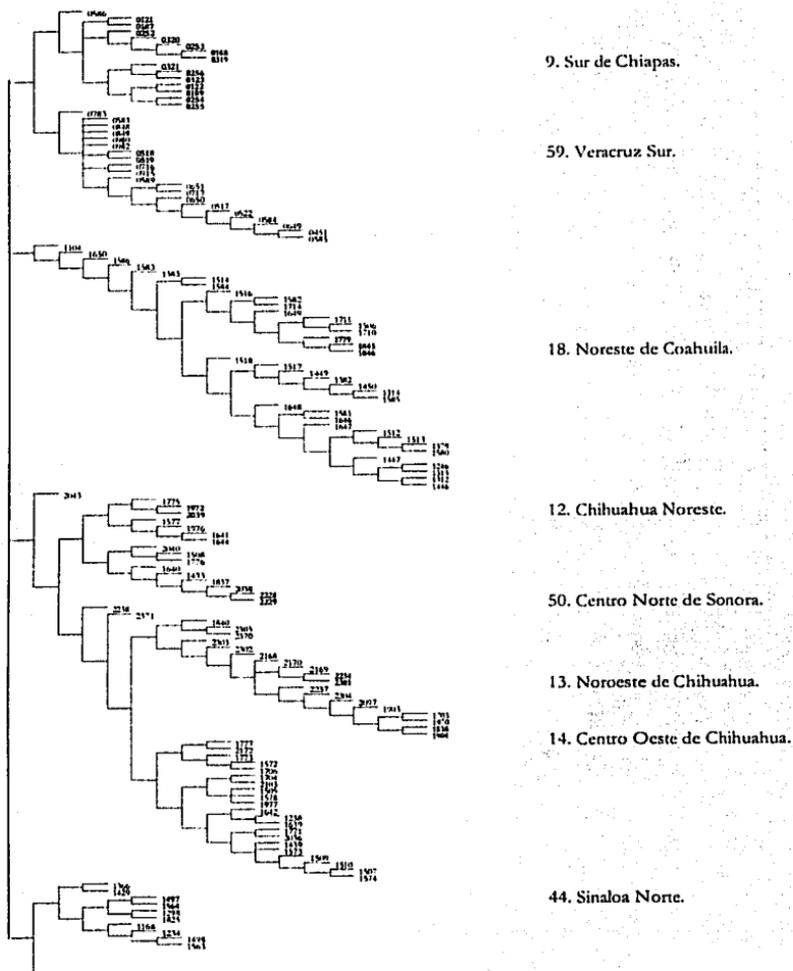
Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana



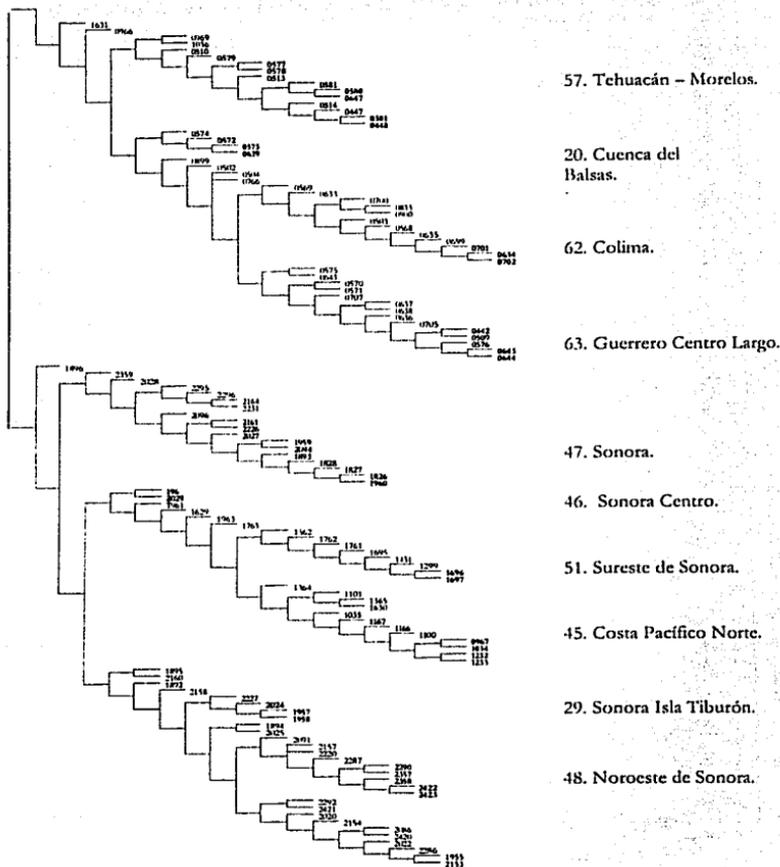
Cladograma 1. Continuación. Consenso estricto del análisis de parsimonia de las especies de anfibios y reptiles de México con cuadrados de medio grado.



Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana



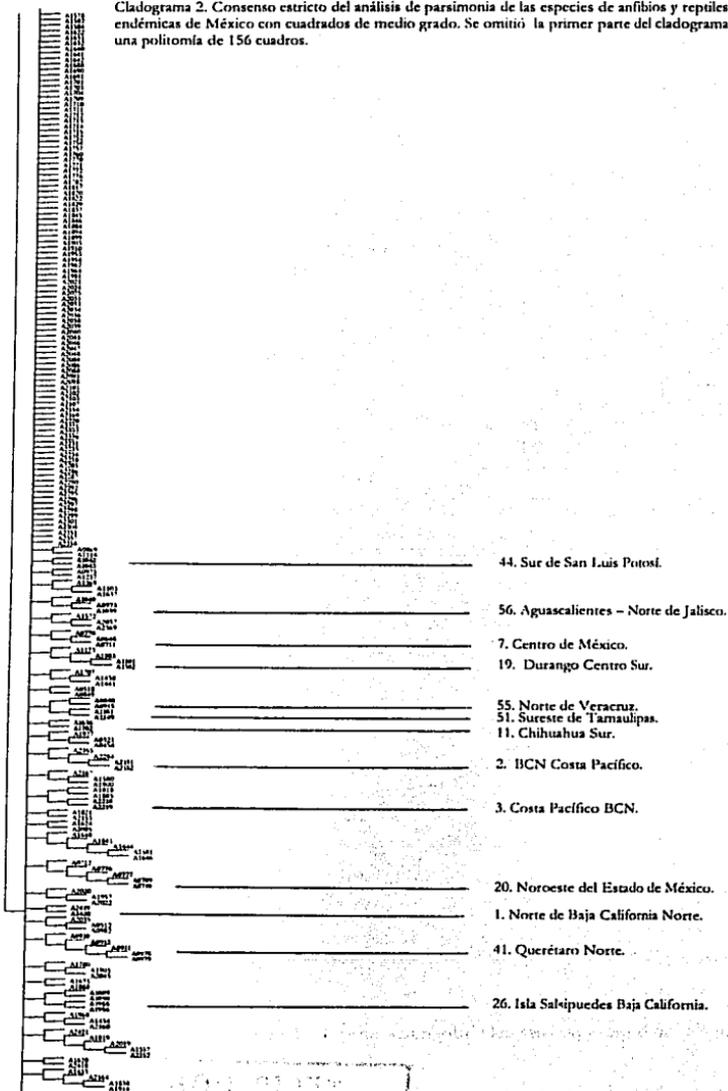
Cladograma 1. Continuación. Consenso estricto del análisis de parsimonia de las especies de anfibios y reptiles de México con cuadrados de medio grado.

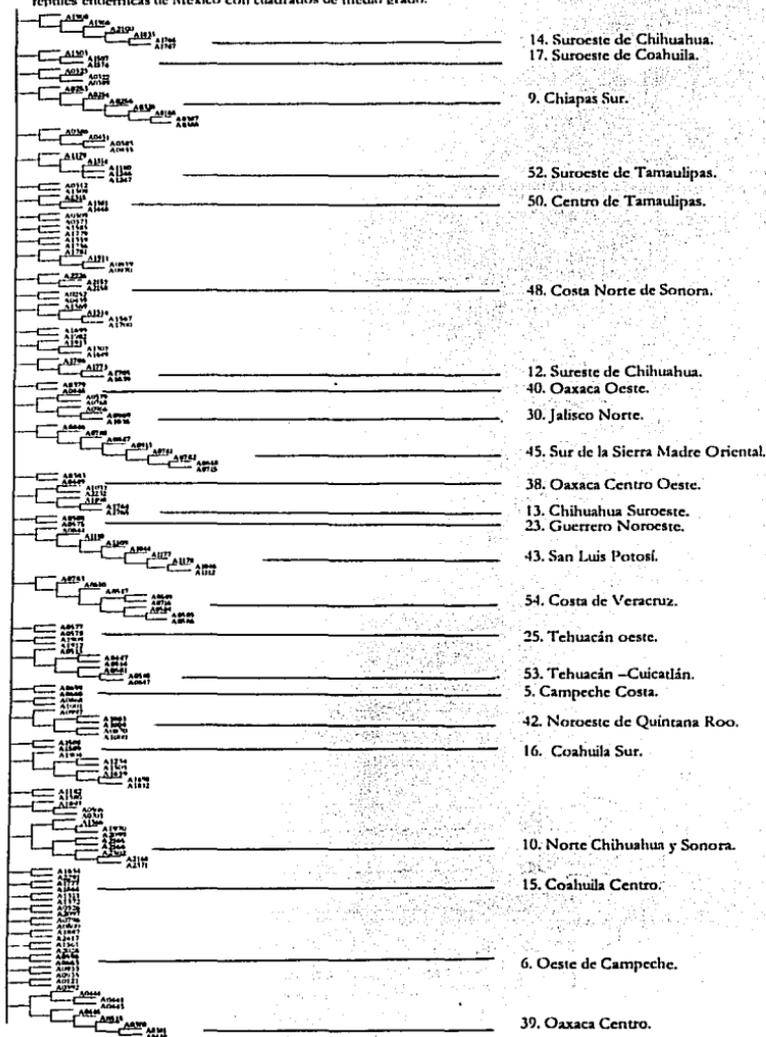


Nota: Se omitió la primera parte del cladograma, una politomía de 146 cuadros.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

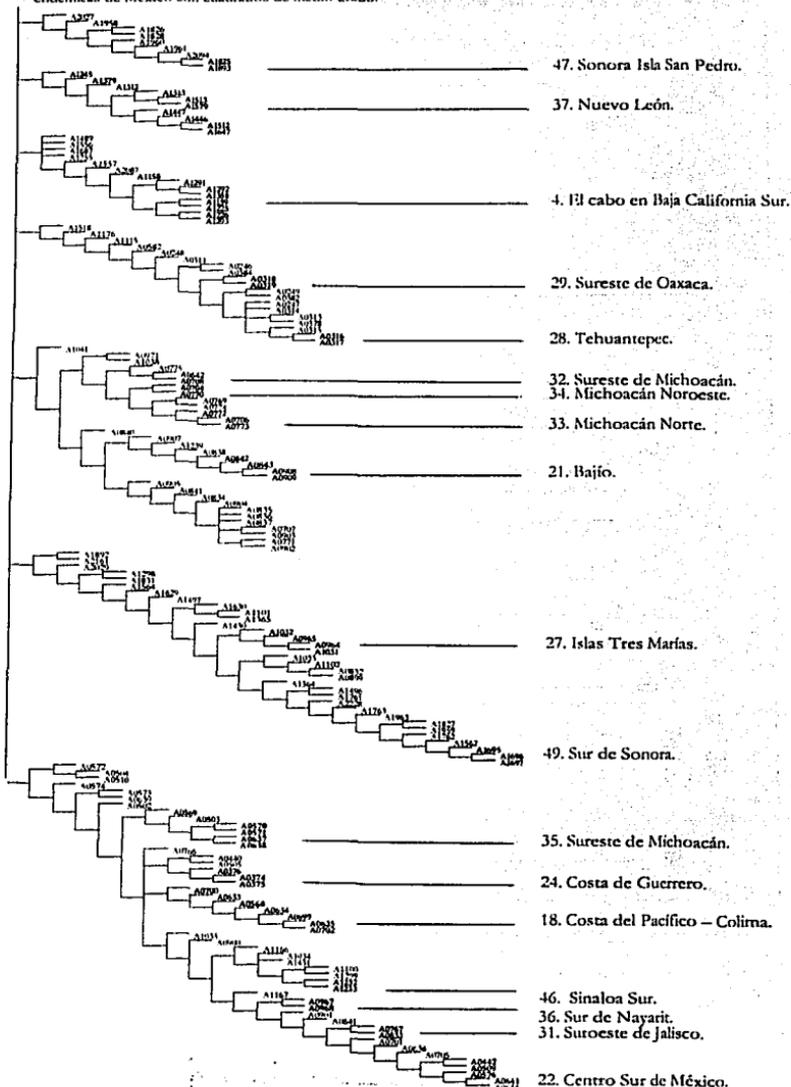
Cladograma 2. Consenso estricto del análisis de parsimonia de las especies de anfibios y reptiles endémicas de México con cuadrados de medio grado. Se omitió la primer parte del cladograma, una politomía de 156 cuadros.



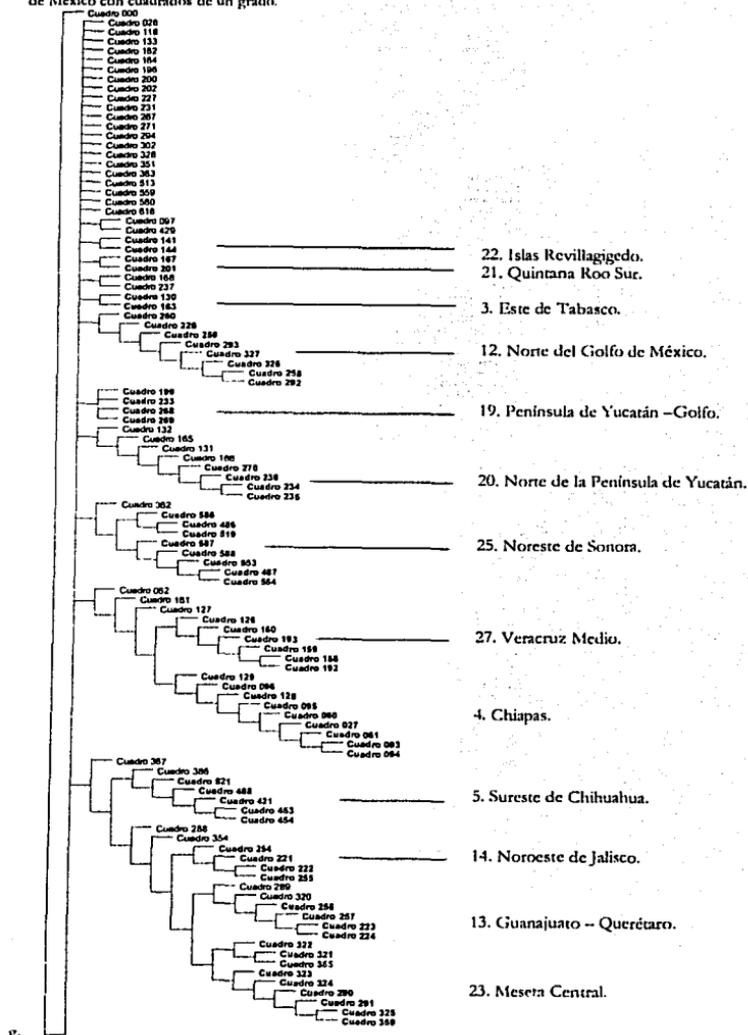
Cladograma 2. *Continuación.* Consenso estricto del análisis de parsimonia de las especies de anfibios y reptiles endémicas de México con cuadrados de medio grado.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

Cladograma 2. Continuación. Consenso estricto del análisis de parsimonia de las especies de anfibios y reptiles endémicas de México con cuadrados de medio urado.



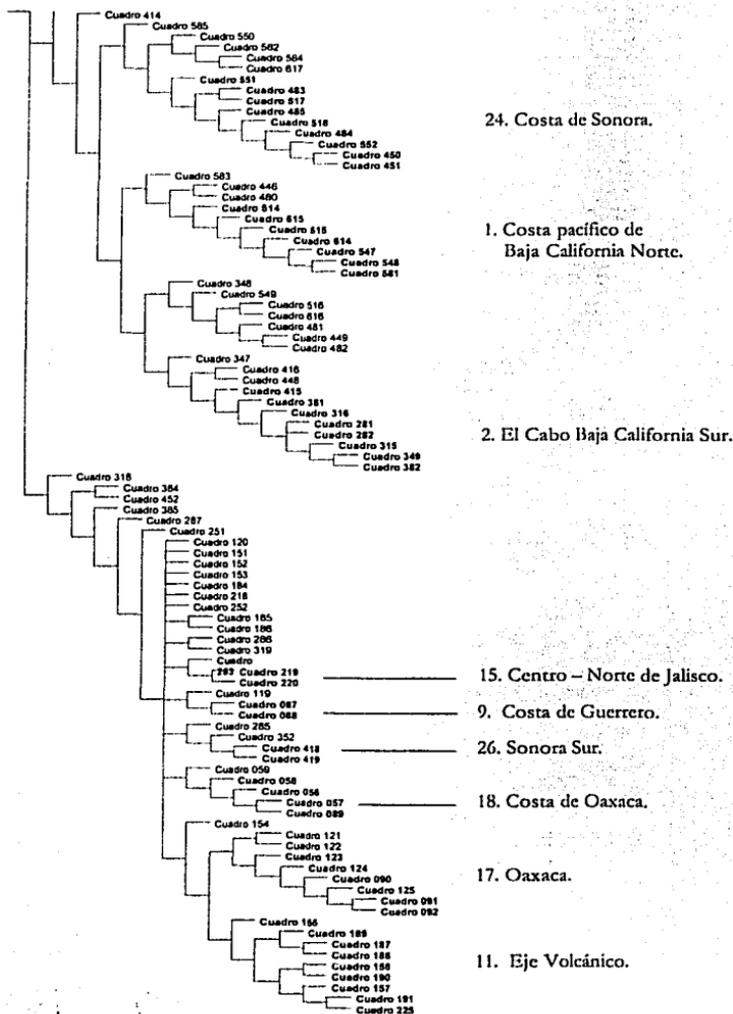
Apéndice 2 Cladograma 3. Consenso estricto del análisis de parsimonia de las especies de anfibios y reptiles de México con cuadros de un grado.



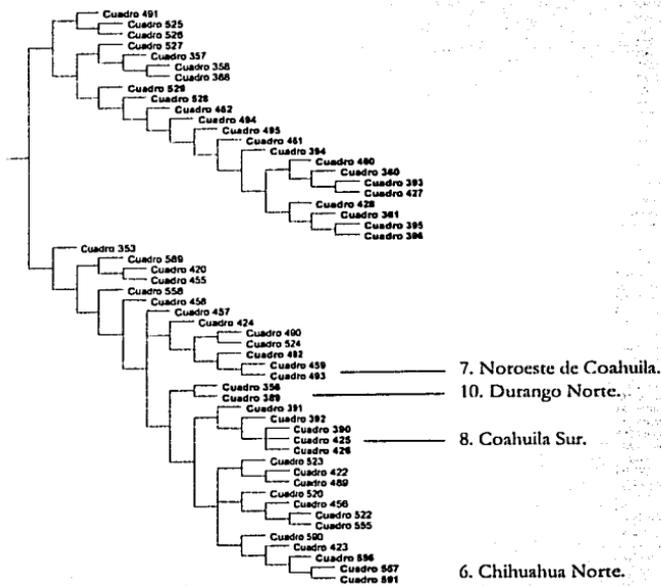
B-

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

Cladograma 3. *Continuación.* Consenso estricto del análisis de parsimonia de las especies de anfibios y reptiles de México con cuadrados de un grado.

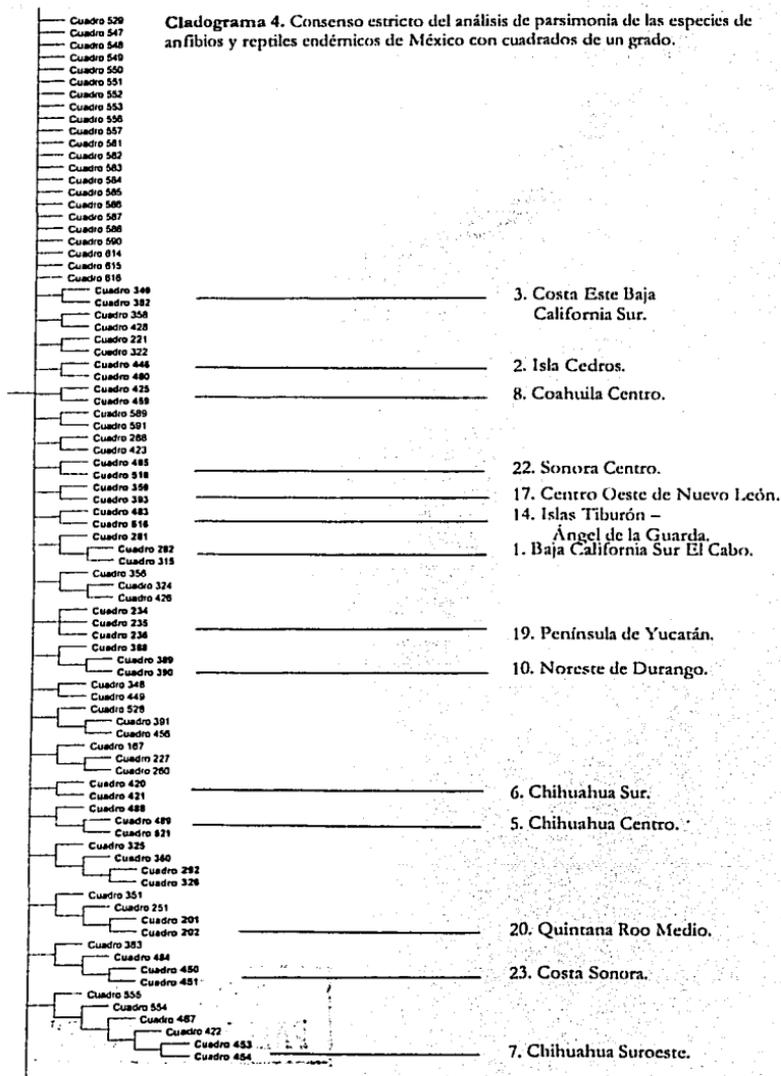


Cladograma 3. *Continuación*. Consenso estricto del análisis de parsimonia de las especies de anfibios y reptiles de México con cuadrados de un grado.

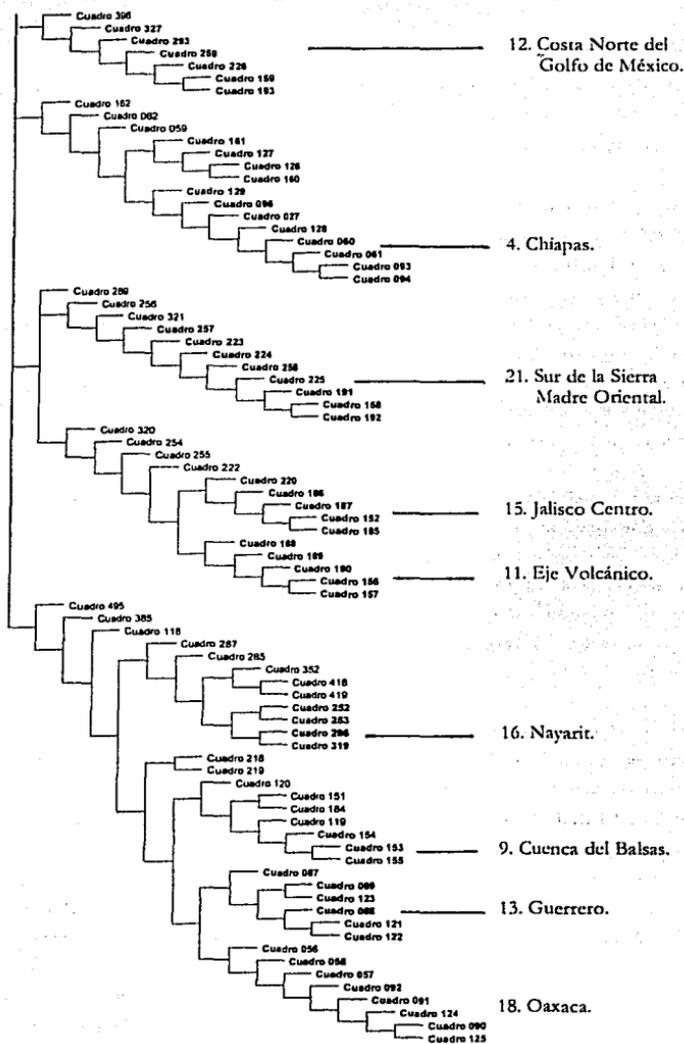


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana



Cladograma 4. *Continuación*. Consenso estricto del análisis de parsimonia de las especies de anfibios y reptiles endémicos de México con cuadros de un órdo.



Las cosas son reales sólo cuando uno ha aprendido a estar de acuerdo en que son reales.

Apéndice 3

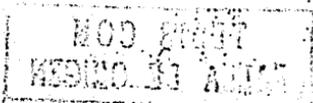
De la Matriz de medio grado con todas las especies (Cladograma 1) se obtuvo un cladograma de 15542 pasos de largo, un CI: 6 y un RI: 42. Este cladograma dio como resultado 63 áreas de endemismo (Figuras 16a, 16b y 16c), que se describen a continuación:

1. Noroeste de Baja California Norte. Se encuentra en la parte noreste de Baja California, abarca desde Rosario de Arriba, al norte de Punta Baja, hasta Tijuana. Comprende también al cerro de la Encantada, parte de la Sierra de San Pedro Mártir. Abarca parte de las Provincias Bióticas (PB) de Baja California y California. Contiene cinco regiones terrestres prioritarias para la conservación (RTP): Sierra de Juárez, Sierra de San Pedro Mártir, San Telmo-San Quintín, Punta Banda-Eréndira, y Santa María-El descanso. Abarca casi por completo al Parque Nacional de Sierra San Pedro Mártir. La máxima altitud en el área se de 3069m en el cerro de la Encantada. Los tipos de vegetación predominantes son Matorrales xerófilos, Chaparral y Bosques de coníferas y encinos en las Sierras. Esta área tiene 1314 registros de anfibios y reptiles que pertenecen a 71 especies.

2. Centro de Baja California Sur. Se localiza desde Canipole yendo al sur hasta Luigui, pasando por Loreto y la Isla Coronados. Es parte de la Sierra de la Giganta, la cual está declarada como región prioritaria para la conservación. Está contenida en la provincia biótica de Baja California. En la parte sureste contiene parte del Parque Marino Nacional de Bahía Loreto. El principal tipo de vegetación son los matorrales xerófilos del este y oeste de Baja California. La altitud máxima se encuentra en la Sierra de la Giganta, siendo 1200m. Tiene 262 registros correspondientes a 34 especies de herpetozoos.

3. El cabo en Baja California Sur. Ubicada desde La Isla San José, pasando por La Paz, hasta el Cabo San Lucas, sin abarcar la Isla Cerralvo. Contiene a la región terrestre prioritaria de Sierra de La Laguna, donde se encuentra la máxima altitud del área, 2090m. Abarca a las áreas naturales protegidas de: Islas del Golfo de Baja California, Sierra La Laguna, Cabo Pulmón y Cabo San Lucas. Comprende la provincia biótica del Cabo y parte de Baja California. Al norte interseca a la región prioritaria de la Sierra del Mechudo y al sur contiene a la Sierra de la Laguna. Los principales tipos de vegetación son: bosques de coníferas y encinos en la Sierra, selvas secas en los cabos y matorral xerófilo al este. Tiene 3013 registros herpetológicos de 77 especies.

4. Centro de Campeche. Se localiza desde Carrillo Puerto, pasando por Francisco Escárcega hasta la Laguna Misteriosa por la zona arqueológica del El Palmar, al sur de Campeche. Se encuentra



contenida en la provincia biótica del Petén. El principal tipo de vegetación son selvas húmedas. En el sur del área abarca parte de la región prioritaria de Silvicut-Calakmul. No es parte de ninguna ANP. La Altitud máxima es de 200 metros. Está área tiene 92 registros anfibios y reptiles 37 especies.

5. Centro de la República Mexicana. Esta área es de las más grandes, abarca desde Perote Veracruz, yendo hacia el oeste, el estado de Tlaxcala con excepción de su parte norte (Tlaxco), la parte sur de Hidalgo, toda la parte norte del Estado de México y el Distrito Federal, hasta la parte más oeste de Michoacán. Forma parte de las provincias bióticas del Eje Volcánico, el sur del Altiplano-Sur (Zacatecano-Potosino) y una región pequeña de la Sierra Madre Oriental. Contiene a las regiones prioritarias de la Malinche y Sierra Nevada, y comprende parte de: Sierra de Chincua, Pico de Orizaba-Cofre de Perote, Nevado de Toluca y Ajusco-Chichinautzin. Las áreas naturales protegidas que comprende son: la Malinche, Zoquiapan y Anexas, Iztacihualt-Popocatepetl, Desierto de los Leones, Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, Ciénegas del Lerma, y parte noreste de: Mariposa Monarca y Nevado de Toluca. Los principales tipos de vegetación son los Bosques de Coníferas y encinos, y los matorrales xerófilos. La altitud máxima de ésta área está en el Volcán Popocatepetl siendo 5465m. Tiene un total de 12426 registros de anfibios y reptiles de 234 especies.

6. Centro Norte de Chiapas. Región de San Cristóbal de las Casas, limitando al sur con la presa de la Angostura. Forma parte de las provincias bióticas de los altos de Chiapas y la costa del Pacífico. Abarca la región prioritaria de los bosques mesófilos de los altos y contiene a la región de Huitepec-Zontehuitz. Los principales tipos de vegetación son: bosques de coníferas y encinos de los altos de Chiapas, al norte bosque mesófilo de montaña y al sur selvas secas. La altitud máxima es de 2910m en el Zontehuitz. Tiene 1186 registros de herpetozoos pertenecientes a 108 especies.

7. Este de Chiapas. Comprende la región de las Lagunas de Montebello, al norte de la frontera con Guatemala. Se encuentra en la provincia biótica del Golfo de México. Forma parte de dos regiones prioritarias para la conservación: Lacandona y El momón-Montebello. Es parte de las reservas de Montes Azules y Lacan-Tun. El principal tipo de vegetación son las selvas húmedas, altas y medianas. El punto de mayor altitud se localiza en el cerro Azul con 1050m. Tiene 165 registros correspondientes a 56 especies.

8. Noroeste de Chiapas y noreste de Oaxaca. Abarca desde el suroeste de Tabasco, desde Teapa bajando hasta Tuxtla Gutiérrez yendo al este hasta la altura de la Venta, al norte. Comprende la Sierra de Niltepec o Atravesada (zona de los Chimalapas), el cañón del Sumidero y el volcán Chichonal. Es parte de cuatro provincias bióticas: Golfo de México, Costa del Pacífico, Los altos de Chiapas y el Soconusco. Comprende a la región prioritaria de La Chacana-Cañón del Sumidero, una

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

gran parte de la Selva Zoque-La Sepultura, al norte interseca a la RTP del Manzanillal y al este a los Bosques mesófilos de los Altos de Chiapas. Abarca a las anp's de Selva El Ocote y Cañón del Sumidero. Los principales tipos de vegetación son: bosque de coníferas y encinos en las sierras, selvas secas (bajas) y selvas húmedas (altas, medianas). El punto más alto se encuentra por arriba de los 2200m. Se han registrado 6127 anfibios y reptiles para esta área de 283 especies.

9. Sur de Chiapas. Esta área comprende todo el sur del estado de Chiapas desde Tapanatepec Oaxaca. Rodea al área de centro norte de Chiapas (6) llegando a la zona de Ococingo. Al noreste forma parte de la provincia biótica de Los altos de Chiapas, comprende toda la parte sur de las PB de Costa del Pacífico y Soconusco. Contiene a las regiones prioritarias del Triunfo-La Encrucijada-Palo Blanco, El Mozotal, Tacaná-Boquerón y Selva espinosa Alto Grijalva-Motozintla; tiene parte de la Selva Zoque-La Sepultura y el Momón-Montebello. Abarca a las reservas de la Biosfera de La Encrucijada, La Sepultura, El Triunfo y Vocán Tacaná. Los principales tipos de vegetación son Bosques de coníferas y encinos en la Sierra Madre de Chiapas, Selvas secas (bajas), y Manglares a lo largo de la costa. La mayor altitud del área se alcanza en el volcán Tacaná a los 4110m. Tiene un total de 13 800 registros de herpetozos de 299 especies.

10. Este de Chihuahua. Se localiza en la región de Madera, Yepómra y Ternósachic. Se encuentra en la provincia biótica de la Sierra Madre Occidental. Es parte de tres regiones prioritarias para la conservación, Bapise-El tigre, Cuenca del Río Chico-Sirupa y Babícora. Tiene parte de las anp's de Tutuaca y Mavavi. El principal tipo de vegetación es el bosque de coníferas y encinos. La altitud máxima es de 2650m. Tiene 247 registros de 42 especies de anfibios y reptiles.

11. Chihuahua oeste. Está ubicada al noroeste del área Este de Chihuahua. En la región de Nuevo Casas Grandes. Localizada entre las provincias bióticas de la Sierra Madre Oriental y el Altiplano Norte (Chihuahuense). Es parte de las RTP's Pasizales del Norte del Río Santa María y Sierra de San Luis-Janos. Los tipos de vegetación concuerdan con las PB y son: bosque de coníferas y encinos, y matorrales xerófilos del desierto Chihuahuense. El punto más alto pasa los 2400m. Tiene 233 registros de 45 especies de herpetozos.

12. Chihuahua Noreste. Se encuentra en el área de Coyame, al norte del Cañón de Bachimba. Abarca la presa Luis de León. Está contenida en la provincia biótica del Altiplano Norte (Chihuahuense). No forma parte de ninguna región prioritaria para la conservación. El principal tipo de vegetación es matorral xerófilo. La altitud máxima está por encima de los 2000m. Se han registrado 222 anfibios y reptiles de 25 especies.

13. Noroeste de Chihuahua. Es la región de Janos, va desde la frontera norte pasando por Janos y Ascensión, hasta el norte de Nuevo Casas Grandes. En esta área se encuentra la Laguna de la Ascensión. Forma parte de la provincia biótica del Altiplano Norte (Chihuahuense). Es parte de la RTP de Sierra de Sierra de San Luis-Janos e interseca en la parte sureste a Pastizales del norte del Río Santa María. El principal tipo de vegetación es, también, matorral xerófilo. El punto más alto sobrepasa por poco los 1600m. Tiene 158 registros para herpetofauna que pertenecen a 41 especies.

14. Centro Oeste de Chihuahua. Esta área abarca la zona de la ciudad de Chihuahua bajando por carretera hasta Delicias. Contiene al Cañón de Bachimba y La presa Francisco I. Madero. Está contenida en la provincia biótica del Altiplano Norte (Chihuahuense). El tipo de vegetación predominante es matorral xerófilo. La altitud máxima está por encima de los 2000m. Se han registrado 269 herpetozoos para la zona que corresponden a 45 especies.

15. Chihuahua Sur. Se encuentra al oeste de Hidalgo del Parral, en la región de Huejotlán. Está ubicada entre las provincias bióticas de la Sierra Madre Oriental y el Altiplano Norte (Chihuahuense). Es parte de la región prioritaria de Rocahuachi-Nanaruchi. Por lo que tiene dos tipos principales de vegetación correspondientes a las provincias: bosque de coníferas y encinos, y matorral xerófilo. El punto de mayor altitud no pasa los 2700m. Tiene un total de 19 registros de 15 especies de anfibios y reptiles.

16. Suroeste de Chihuahua. Ubicada al suroeste de Chihuahua rodea por completo a la zona de Arenponapuehic y Batopilas. Es parte de la Sierra Tarahumara. Llegando al sur hasta el norte de Sinaloa, y al oeste al sur de Sonora. El punto más norteño se localiza en el norte de San Juanito y al este colinda con el área Chihuahua Sur (anterior). Forma parte de las PB de la Sierra Madre Oriental y la Costa del Pacífico. Gran parte de las RTPde Alta Tarahumara-Barrancas y Cañón de Chínipas se encuentran representadas en ésta área, mientras que a las RTPBassaseachic y Sierra Álamos-Chuchujaqui apenas las intersecan. Interseca en el sur al área natural protegida de Sierra de Álamos-Río Chuchujaqui y en el norte a la Cascada de Basaseachic. Los principales tipos de vegetación son correspondientes con las PB a las que pertenece esta área: Bosque de coníferas y encinos y selvas secas (bajas). La altitud máxima esta por encima de los 2600m. Han sido registrados 467 anfibios y reptiles que pertenecen a 67 especies.

17. Coahuila Sur. Ubicada en el área de Parras (al norte) entre San Pedro de las Colonias y Saltillo. Se encuentra contenida en la provincia biótica del Altiplano Norte (Chihuahuense). Alcanza a intersecar la parte sur de la región prioritaria de Sierra la Fragua. El tipo principal de vegetación va de acuerdo con la PB a la que pertenece, siendo en este caso de matorral xerófilo. La mayor altitud sobrepasa los 1600m. Tiene un total de 115 registros de herpetozoos de 22 especies.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

18. Noreste de Coahuila. Se encuentra en la región de Sabinas y Muzquiz, al norte de Monclova y al Sur de Piedras Negras por carretera. La máxima altitud no sobrepasa los 1800m. Forma parte de las provincias bióticas Tamaulipeca y Altiplano Norte (Chihuahuense). Contiene parte de la región prioritaria Sierras La Encantada-Santa Rosa y al noreste interseca un poco del Matorral Tamaulipeco del bajo río Bravo. Los principales tipos de vegetación son: matorral espinoso y matorral xerófilo. Han sido registrados 287 anfibios y reptiles que corresponde a 64 especies.

19. Coahuila Noroeste. Ubicada al oeste del área anterior, Noreste de Coahuila (18). Abarca la región de los Acebuches, Tanque el Revés y la Encantada. Contenida en la provincia biótica del Altiplano Norte (Chihuahuense). Al este, interseca parte de la región prioritaria de Sierras la Encantada-Santa Rosa. El principal tipo de vegetación es matorral xerófilo. El punto más alto no llega a los 2200m. Tiene tan sólo 5 registros para herpetofauna de 3 especies.

20. Cuenca del Balsas. Se localiza desde Argelia (Guerrero) pasando por Ciudad Altamirano yendo en dirección oeste hasta la altura de paso de vacas, y al norte hasta La Huacana. Incluye parte de la presa de Infiernillo. La mayor parte se encuentra en la provincia biótica del Balsas, al norte incursiona un poco en el Eje Volcánico, y al sur interseca una porción pequeña en la Sierra Madre del Sur y la Costa del Pacífico. Los tipos de vegetación dominantes son las selvas bajas (secas) y los bosques de coníferas (*Pinus - Quercus*). Situada entre los 200 a los 3000m. Abarca una buena porción de la zona prioritaria de Infiernillo. Se cuenta con 346 registros herpetológicos para el área de 57 especies.

21. Centro Norte de Durango. Abarca la zona al Norte de la ciudad de Durango, desde Arnulfo R. Gómez, hacia Santiago Papasquiaro y hasta La Zarca (entronque). Es parte de la Sierra Madre Occidental. Está contenida en las provincias bióticas del Altiplano Norte (Chihuahuense) y la Sierra Madre Oriental. Y, por ende, tiene dos tipos principales de vegetación: matorral xerófilo y bosque de coníferas y encinos. Alcanza parte de las regiones prioritarias de Santiaguillo y Cuchillas de la Zarca. La altitud máxima es de alrededor de 2900m. Han sido registrados 97 herpetozoos pertenecientes a 33 especies.

22. Durango Centro Este. Esta ubicada en la región de la Ciudad de Durango, al sur del área anterior, Centro Norte de Durango, y al este del área siguiente Durango Centro Oeste. Pertenecce a dos provincias bióticas: el Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino) y la Sierra Madre Occidental. La máxima altitud no sobrepasa los 2800m. Contiene parte de dos regiones prioritarias: Santiaguillo y Guacamayita. Los principales tipos de vegetación van acorde a las PB y son: matorral xerófilo y bosque de coníferas y encinos. Para herpetofauna tiene 405 registros de 69 especies.

23. Durango Centro Oeste. Se encuentra en la zona de El salto, al suroeste de la Ciudad de Durango por carretera. Contendida por completo en la provincia Biótica de la Sierra Madre Occidental. Tiene una vegetación predominante de bosque de coníferas y encinos. Abarca parte de la regiones prioritarias para la conservación de Pueblo Nuevo y Río Presidio, un una porción muy pequeña de Guacamayita. La altitud máxima alcanzada en esta área es de aproximadamente 3000m. Le pertenecen 839 registros de anfibios y reptiles que pertenecen a sólo 78 especies.

24. Noroeste de Durango. Localizada al oeste del área 21, Centro Norte de Durango. Región de Otáes y Montoros. Pertenecer por entero a la provincia biótica Sierra Madre Occidental. Su vegetación primordial es bosque de coníferas y encinos. El punto más alto es menor de 3200m. No forma parte de ninguna región prioritaria para la conservación ni área natural protegida. Sólo cuenta con 19 registros para herpetozoos de 12 especies.

25. Guerrero Centro. Abarca la región al Oeste de Chilpancingo, por Filo de Caballo yendo al sur hasta Puerto del Gallo y al norte hasta el río Balsas a la altura de San Marcos. Atraviesa las provincias bióticas de la depresión del Balsas, la sierra Madre del Sur y la Costa del Pacífico. Los principales tipos de vegetación son: bosque de coníferas y encinos, y selvas secas (bajas). El punto más alto se logra en el cerro Teotepac con 3500m. La mayor parte del área está comprendida por la RTP de la Sierra Madre del Sur de Guerrero. Tiene en total 321 registros de anfibios y reptiles en 78 especies.

26. Costa Centro de Guerrero. Ocupa la zona de Acapulco, desde la Laguna de Mitla antes de Atoyac, hasta Ayutla por carretera. La altitud máxima de esta área es de 900 metros aproximadamente. Pertenecer la provincia biótica de la Costa del Pacífico. Contiene al parque nacional El Veladero. El principal tipo de vegetación es selva baja (seca). Al noroeste es parte de la región prioritaria Sierra Madre del Sur de Guerrero. Tiene 2145 registros en total para herpetofauna en tan sólo 129 especies.

27. Baja California Isla cedros. Abarca la Punta falsa, la Isla Natividad y la mayor parte de la Isla cedros. Esta en medio de dos usos horarios. Se encuentra en la provincia de Baja California, y el principal tipo de vegetación es matorral xerófilo. A pesar de se una península y una isla, alcanzan una altitud de más de 1000m. La punta forma parte de la región prioritaria El Vizcaíno- El Barril, y de la reserva de la Biosfera El Vizcaíno. Tiene 303 registros en 26 especies de anfibios y reptiles.

28. Baja California Isla Salsipuedes. Es toda la zona desde Punta el Salado pasando la Punta Ballena hasta el cabo San Miguel, abarcando las Islas de enfrente, tales como, Isla Rosa, la porción sur del la

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

Isla Ángel de la Guarda, Isla las Ánimas. Es parte de la provincia biótica de Baja California. El tipo de vegetación predominante es matorral xerófilo. También tiene una porción de la región prioritaria de El Vizcaíno-El Barril. Forma parte de las anp's del Archipiélago de San Lorenzo, Islas del Golfo de Baja California e Isla San Pedro Mártir. El punto más alto se alcanza en el cerro La Sandía a los 1810m. Cuenta con un total de 288 registros que corresponden a 27 especies.

29. Sonora Isla Tiburón. Abarca a la Isla Tiburón, la Isla San Esteban y la costa de Sonora dividida en dos: el área de Bahía Kino y el área de Punta Sargento. El punto más alto se localiza en Isla Tiburón a los 650m sobre el nivel del mar. Esta contenida en la provincia biótica Sonorense. El tipo de vegetación principal es matorral xerófilo. Ocupa parte de la región prioritaria de Sierra Seri. Es parte de las anp's de Islas del Golfo de Baja California e Isla Tiburón. Tiene 633 registros para herpetofauna que pertenecen a 48 especies.

30. Islas Tres Marías. Abarca cinco Islas: María Madre, Ma. Magdalena, Ma. Cleofás, San Juanito e Isabel. Pertenecen a la provincia de la Costa del Pacífico. No forman parte de ninguna región prioritaria para la conservación, pero son áreas naturales protegidas actualmente como Reserva de la Biosfera Islas Tres Marías. El tipo de vegetación dominante es la selva baja (secas). La máxima altitud es de 500m en la isla Ma. Madre. Tiene 708 registros de herpetozos de 66 especies.

31. Jalisco Centro. Ocupa la mayor parte de Jalisco. Comprende al suroeste desde Autlán de Navarro hacia el noroeste hasta la ciudad de Tepic (Nayarit), al noroeste llega al sur de Yahualica, al suroeste llega hasta Sahuayo (Michoacán). Incluye uno de los lagos más importantes de México, Chapala. La mayor parte del área se encuentra en la provincia biótica del Eje Volcánico, sin embargo, al norte en Nayarit y al sur en Casimiro Castillo pertenece a la Costa del Pacífico. Los principales tipos de vegetación son bosques de coníferas, selvas secas (bajas) un poco de Mesófilo en Autlán. Abarca una buena parte de la región prioritaria Cerro Viejo-Sierras de Chapala, en intersección a Manantlán-Volcán de Colima, Chamela-Cabo Corrientes y Sierra Vallejo-río Ameca. Es parte de las anp's de La Primavera, Sierra de Quila y Sierra de Manantlán. El punto más alto se encuentra en el volcán de Tequila con 2986m. Para esta zona se han registrado 2010 anfibios y reptiles pertenecientes 139 especies.

32. Michoacán Norte. En su parte más sureste llega hasta la zona de Zacualpan (Estado de México). Pasando por Zitácuaro, Acámbaro (Gto.), sigue hacia el este baja hasta Patzcuaro, llega a Zamora, baja al volcán Parícutín y llega a Jalisco hasta la región de Atoyac. El 90% del área está contenida en la provincia biótica del Eje Volcánico Transversal, el resto en la depresión del Balsas. Los principales tipos de vegetación son bosques de coníferas y encinos, selvas bajas (secas) y matorral xerófilo. Ocupa parte de las regiones de Sierras Taxco-Huautla, Nevado de Toluca, Sierra de

Chincua, Cerro Ancho-Lago Cuitzeo (total), Tacántaro, Cerro Viejo-Sierras de Chapala, e interseca a la Sierra Nanchitla y Manantlán Volcán de Colima. Es parte de las anp's de Pico de Tacántaro, Mariposa Monarca, Bosencheve y Nevado de Toluca. La máxima altitud la alcanza en el cerro San Andrés a los 3300m. Cuenta con 4499 registros de herpetozoos correspondientes a 180 especies.

33. San Luis Potosí Norte. Comprende la región de Matchuala, hasta Santa Ana en Nuevo León y al sur más debajo de San Gabriel (SLP). Está situada en el Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino). La vegetación dominante es el matorral xerófilo. El punto de mayor altitud lo posee el cerro Grande con 3180m. Ocupa parte de las regiones prioritarias para la conservación de Pastizales gipsófilos de Matchuala y el Huizache, e interseca a Tokio. Tiene 142 registros de 40 especies de anfibios y reptiles.

34. Sur de Nuevo León. Abarca la zona de la Asunción - La Escondida, y en dirección noroeste hasta la zona de la Carbonera - Puente de Dios. Está entre dos provincias bióticas Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino) y la Sierra Madre Oriental. Y en correspondencia los tipos de vegetación dominantes son matorral xerófilo y bosque de *Pinus-Quercus*. La máxima altitud es menor de 3200m. Es parte de las RTP de Tokio y El Potosí-Cumbres de Monterrey. Tiene 597 registros de herpetofauna que pertenecen a 40 especies.

35. Oaxaca Centro - Noreste. Se encuentra ubicada al sur de Arenal (VER) y Mano de Marqués (OAX), hasta el norte del cerro Piedra Larga. Atraviesa tres provincias bióticas: Golfo de México, Sierra Madre del Sur y Costa del Pacífico. La altitud máxima es de 3000m. Al sur el tipo de vegetación principal es selva seca (baja), hacia el norte le sigue bosque de coníferas-encinos, posteriormente bosques mesófilos de montaña, en el extremo norte la vegetación dominante es selvas húmedas. Alrededor del 90% del área esta dentro de la región prioritaria Sierra Norte de Oaxaca-Mixe. Posee 250 registros de anfibios y reptiles que corresponden a 77 especies.

36. Oaxaca Istmo - Costa. Abarca la costa de Oaxaca desde la altura de Zanatepec (Laguna Oriental) hasta Puerto Escondido con excepción del área de Huatulco. En la parte del Istmo llega hasta Lagunas por la carretera Transistmica. Pertenecce principalmente a la provincia biótica de la Costa del Pacífico, pero una porción abarca parte de la provincia del Golfo de México y otra de la Sierra Madre del Sur. En orden decreciente el tipo dominante de vegetación es selva baja (seca), bosque de coníferas-encinos y por último selvas húmedas. En general es una zona baja, sin embargo la altitud máxima es de casi 4000m. Comprende gran parte de la RTP Sierra Sur y Costa de Oaxaca y de la Sierra del Norte de Oaxaca y Mixe, e interseca una pequeña porción de la Selva Zoque - La Sepultura. Han sido registrados para esta área 7107 herpetozoos correspondientes a 283 especies.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

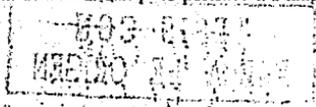
37. Oaxaca Norte. Se localiza desde Puxmetacán al sur, siguiendo en dirección noroeste, abarca el Arenal (VER), Tuxtepec (OAX) hasta Tezonapa y Tierra Blanca (VER). Incluye la presa Miguel Alemán. La mayor parte del área se encuentra en la provincia del Golfo de México, otro fragmento en la de Oaxaca y una pequeña porción en la de Sierra Madre del Sur. El tipo de vegetación principal son las selvas húmedas (altas y medianas), le sigue el bosque mesófilo de montaña y por último bosque de coníferas-encinos. Sólo una parte relativamente pequeña se encuentra en la RTP de la Sierra Norte de Oaxaca-Mixe. El punto de mayor altitud no llega a pasar los 2500m. Existen 1691 registros referentes a 178 especies de herpetofauna para esta zona.

38. Oaxaca Oeste. Es la región de Tlaxiaco, al sur de Yucunutla, al oeste de la ciudad de Oaxaca. Más del 90% del área está ubicada en la provincia biótica de la Sierra Madre del Sur, y sólo dos fragmentos están en la de la Costa del Pacífico. La vegetación predominante esta constituida por bosques de coníferas (*Pinus - Quercus*). Ocupa la mayor parte de las RTP de La Sierra Triqui - Mixteca y el Tlacuache, e interseca a la Cerros Negro-Yucaño. El punto más alto se localiza en el cerro Piedra de Olla a los 3350m. Sólo hay 513 registros herpetológicos que corresponden a 81 especies para el área.

39. Guanajuato Este - Querétaro Sur. Va desde Coroneo (Michoacán) y Aculco (Edo. de México), pasando por San Juan del Río, la ciudad de Querétaro en diagonal hasta Dolores Hidalgo (Guanajuato). Se encuentra entre las provincias del Altiplano Sur (Zacatecano - Porosino) y el Eje Volcánico. El principal tipo de vegetación es matorrales xerófilos, seguidos por bosques de coníferas (*Pinus - Quercus*). Se encuentra entre los 2000 y los 3000 metros de altitud. Sólo alcanza a intersecar una porción muy pequeña de la RTP del Cerro Zamorano. Tiene 789 registros de anfibios y reptiles de 69 especies.

40. Quintana Roo Norte. Abarca de norte a sur desde Cabo Catoche e Isla Hol box hasta Akumal y la porción noroeste de la Isla Cozumel. Contenida en la provincia biótica del Peten. Las selvas húmedas (altas y medianas) son la vegetación dominante, seguidas por los manglares al norte de la zona. Comprende gran parte de la región prioritaria para la conservación de Dzilam - Ría Lagartos - Yum Balam. Es parte de las anp's de Yum Balam, Arrecife Puerto Morelos, Costa, Occ. Isla Mujeres e Isla Contoy. Se encuentra de los cero a los 200m de altitud. 184 registros de 65 especies de herpetozoos pertenecen a ésta área.

41. Islas Revillagigedo. Comprende las dos Islas de mayor tamaño. No se encuentran ubicadas en ninguna provincia biótica. El tipo de vegetación dominante es la Selva baja (seca). Están entre los cero y los 200m de altitud. Tampoco pertenecen a ninguna región prioritaria para la conservación,



pero son parte de la anp Archipiélago Revillagigedo. Sólo se tienen 125 registros herpetofaunísticos de 7 especies.

42. San Luis Potosí Centro. Se localiza al norte de la ciudad de San Luis Potosí, desde Montezuma, yendo al este pasa por Arista, Presa de Guadalupe hasta Lázaro Cárdenas (Tamaulipas). Contenida en la provincia del Altiplano Sur (Zacatecano - Potosino). El matorral xerófilo es la vegetación predominante seguida del bosque de coníferas (*Pinus - Quercus*). Se encuentra entre los 1000 y 2500m de altitud. El punto más alto se encuentra en el cerro San Cristóbal a los 2240m. Contiene parte de tres regiones prioritarias: El Huizache, Pastizales gipsófilos de Matchuala y Sierra de Álvarez, ésta última también es anp. Se tienen 1318 registros herpetológicos para la zona correspondientes a 92 especies.

43. Sur de la Sierra Madre Oriental. Abarca desde Córdoba y Orizaba hacia el norte hasta Martínez de la Torre (Veracruz), a partir de ese punto hacia el oeste pasando por el norte de Puebla hasta la altura de Tulancingo, siguiendo al Noroeste hasta Huejutla (Hidalgo). Es parte de 5 provincias bióticas, en orden descendente son: Golfo de México, Sierra Madre Oriental, Eje Volcánico, Oaxaca y el Altiplano Sur. Los tipos de vegetación principales comprenden Selvas húmedas (altas y medianas) primordialmente, seguidos de bosque de coníferas (*Pinus - Quercus*), después de bosque mesófilo de montaña, y por último matorral xerófilo. Contiene casi en su totalidad a las RTP's de Los Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental y de Cuetzalan, incluye parte de la RTP Pico de Orizaba - Cofre de Perote e interseca apenas a la de Encinares Tropicales de la Planicie Costera Veracruzana. Es parte de las anp's de Barranca de Mezquital, El Chico, Cañón de Río Blanco y Pico de Orizaba. Esta situada entre los 100m aproximadamente hasta los 5610m, punto de mayor altitud logrado en el Pico de Orizaba. Se cuenta con 13395 registros que pertenecen a 291 especies de anfibios y reptiles para ésta área.

44. Sinaloa Norte. Se localiza desde Costa Azul (al sur) hasta Bojórquez (al norte). Pertenecce a las provincias Sonorense, Costa del Pacífico y Sierra Madre Occidental. Está entre los 0 y los 1000 metros de altitud. De sur a norte los tipos de vegetación dominantes son: Manglares, matorral xerófilo, selvas secas (bajas) y bosque de coníferas (*Pinus - Quercus*). En el extremo sur apenas interseca a la RTP de Marismas Topolobampo - Caimanero y en el norte a la de San José. Es parte de la anp de Islas del Golfo de Baja California. Se tienen tan sólo 41 registros herpetofaunísticos de 17 especies.

45. Costa Pacifico Norte. Se localiza en la Costa Pacifico desde Dimas (Sinaloa) hasta Punta Los Chivos - La Varas (Nayarit) con excepción de la zona de San Blas. La mayor parte pertenece a la provincia de la Costa del Pacífico, pero hay fragmentos que pertenecen a la Sierra Madre

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

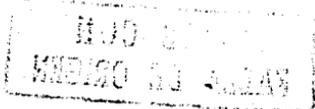
Occidental. Está entre los 0 y los 2500m de altitud. Siendo el volcán San Juan el punto de mayor altitud con 2240m. Tiene tres tipos predominantes de vegetación: Selvas bajas (secas), bosque de coníferas (*Pinus - Quercus*) y manglares. Abarca las RTP de Marismas Nacionales, Río Presidio, parte de Sierra Vallejo - Río Ameca y de Cuenca del Río Jesús María. Cuenta con parte del anp de Meseta de Cacaxtla. Se cuenta con sólo 2744 registros para el área correspondientes a 170 especies.

46. Sonora Centro. Abarca desde la zona de Mazatán yendo hacia el norte hasta la región de Mozocahui y Bavicora. El 90% del área pertenece a la provincia sonorensis, y el fragmento restante al Altiplano Norte (Chihuahuense). La vegetación dominante es matorral xerófilo, y al norte el bosque de coníferas (*Pinus - Quercus*). Se localiza en el intervalo de los 500 a los 1500m. Comprende en su totalidad a la RTP de la Sierra de Mazatán, y casi, a la Cañada de Mozocahui, ocupa parte de la región de San Javier - Tepoca e interseca a las Sierras El Maviro - Santo Niño. Solo se tienen 34 registros herpetológicos para el área de 12 especies.

47. Sonora. Se localiza desde el norte de Ciudad Obregón yendo al noroeste hasta la región de Guaymas y luego hacia el norte por carretera pasando por Hermosillo, hasta Santa Ana. Colinda al este con el área de Sonora Centro (46), y al oeste llega hasta la altura de Buenavista y San Rafael. Ubicada en su mayoría en la provincia Sonorense y al norte en el Altiplano Norte (Chihuahuense). El tipo de vegetación principal es el matorral xerófilo. Se encuentra entre los 0 y los 1500m de altitud. Abarca gran parte de tres regiones prioritarias que son: Cajón del Diablo, Sierra Libre y Sierra el Bacatete, e interseca a la cañada de Mozocahui. Abarca parte de la reserva de caza Cajón del Diablo. Existen 1506 anfibios y reptiles registrados para la zona que corresponden a 97 especies.

48. Noroeste de Sonora. Esta área se localiza en el Desierto de Altar. Se ubica en la frontera norte desde Sonoita hasta San Luis del Río Colorado, baja a la altura del Parque del Gran Desierto del Pinacate hasta Puerto Peñasco. Contendida en la provincia biótica Sonorense su principal tipo de vegetación es matorral xerófilo. Situada entre los 0 y los 1200m, alcanza su máxima altitud en el cerro del Pinacate a los 1190m. Abarca de la mayor parte de la RTP del Gran Desierto de Altar - El Pinacate, que también es anp. Hay 467 registros herpetofaunísticos para el área de 53 especies.

49. Sonora Noreste. Abarca desde el norte de Cananea hasta Agua Prieta. Se encuentra en la provincia biótica del Altiplano Norte (Chihuahuense) en su mayor parte, al oeste pertenece a la Sierra Madre Occidental. Asentada entre los 1000 y los 2500m. El tipo de vegetación principal es matorral xerófilo. Ocupa parte de la región prioritaria de Cananea - San Pedro. Es parte del anp de Mavavi. Se cuenta con sólo 62 registros para el área que corresponden a 45 especies.



50. Centro Norte de Sonora. Se localiza en el área de Imuris al sur de Nogales. Es parte de las provincias de Altiplano Norte y de la Sierra Madre Occidental. Interseca en su porción noreste a la región prioritaria de Cananea – San Pedro. Contiene una porción de la anp de Mavavi. Situada entre los 500 y los 2500m de altitud. Los dos principales tipos de vegetación son matorrales xerófilos y bosque de coníferas (*Pinus – Quercus*). Tiene 181 registros herpetológicos de 45 de especies.

51. Sureste de Sonora. Esta situada en la región de Navojoa, Alamos y Mocuzari. Colinda al este y al noreste con el área 16 (Suroeste de Chihuahua). Por orden de magnitud pertenece a las provincias: Costa del Pacífico, Sonorense y Sierra Madre Occidental. Por orden de dominancia los tipos de vegetación son las selvas secas (bajas), matorral xerófilo y bosque de coníferas (*Pinus – Quercus*). Ubicada de los 0 a los 1500m de altitud. Contiene a la región prioritaria de Sierra Alamos – El Chuchujaqui (anp), e interseca a Las Bocas y al Cañón de Chinipas. Hay 374 anfibios y reptiles registrados de 75 especies.

52. Tamaulipas Centro. Abarca desde Barra de Solo la Marina yendo al oeste hasta Nueva Padilla y hacia el sur hasta Cueva de la Boca alrededor de Ignacio Zaragoza. Situada entre los 0 y los 1200m, la mayor altitud es alcanzada en el cerro La Finca a los 1120m. En su mayor parte pertenece a la provincia del Golfo de México y en el norte a la Tamaulipeca. Los tipos de vegetación más importantes son: las selvas bajas (secas), matorral submontano, matorral espinoso y bosque de coníferas (*Pinus – Quercus*). Al este interseca a la región prioritaria de Laguna Madre y al sur abarca buena parte de la Sierra de Tamaulipas. Se han hecho 1079 registros herpetológicos de 83 especies.

53. Costa sur de Tamaulipas. Va desde Barra Ostiones, pasando por Manuel hasta Tampico. Colinda al norte y al noreste con el área anterior Tamaulipas Centro (52). Contendida por completo en la provincia biótica del Golfo de México. De norte a sur, los tipos de vegetación dominantes son: Selvas bajas (secas), bosques de coníferas (*Pinus – Quercus*), selvas húmedas (altas y medianas) y manglares. Situada entre los 0 y los 1000m. Contiene a las regiones prioritarias de Laguna de San Andrés y Encinares tropicales de Loma las Pitas y Sierra Maratines, y ocupa gran parte de la Sierra Tamaulipas. Se cuenta con 167 registros herpetofaunísticos que corresponden a 94 especies.

54. Tamaulipas Este. Localizada al norte de Ciudad Victoria pasando por San Carlos, Burgos abarca hasta Vaquería en Nuevo León. Aproximadamente la mitad del área se encuentra en la provincia biótica del Golfo de México y la otra en la Tamaulipeca. Tiene los tipos de vegetación primordialmente, el matorral submontano y el matorral espinoso. Se sitúa entre los 100 y los 1100m de altitud, alcanzando el máximo en el cerro el Ratero a los 1060m. Abarca gran parte de la región prioritaria de Sierra de San Carlos. Hay 892 registros de herpetozoos que pertenecen a 60 especies para la región.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

55. Norte de Nuevo León – Noroeste de Tamaulipas. Ocupa la región de Nuevo Laredo hasta la presa Falcón en Tamaulipas y hasta Anáhuac en Nuevo León. Sólo pertenece a la provincia biótica Tamaulipeca. El matorral espinoso es el tipo de vegetación predominante. Se encuentra en un intervalo altitudinal que va de los 0 a los 500m. La mayor parte del área se localiza en la región prioritaria Matorral Tamaulipeco del bajo río Bravo. Están registrados para la zona 151 anfibios y reptiles de 33 especies.

56. Suroeste de Tamaulipas. Abarca desde el norte de Liera y Jaumave hasta el sur de Ciudad Mante. Pertenece a dos provincias bióticas: Golfo de México y la Sierra Madre Oriental. De norte a sur galos tipos de vegetación dominantes son: el matorral submontano, selvas secas (bajas), bosque de coníferas y selvas húmedas (altas y medianas). El intervalo altitudinal en el que se localiza va de los 0 a los 2500m. Alcanzando la máxima altitud en la zona de Jaumave. Contiene gran parte de la región prioritaria El Cielo y parte del Valle de Jaumave. Se cuenta con 3546 registros herpetofaunísticos para la zona correspondientes a 125 especies.

57. Tehuacán – Morelos. Abarca desde la ciudad de Oaxaca subiendo por carretera hasta Serdán al norte de Ciudad Mendoza (Puebla), a la altura de Tehuacan yendo hacia el oeste llega hasta La Fundición (Morelos), y al sur hasta el norte de Chilpancingo. Se sitúa en cuatro provincias bióticas: Oaxaca, Eje Volcánico, la Sierra Madre del Sur y la Depresión del Balsas. Ubicada en un rango altitudinal amplio que va de los 500 a los 3000m. Por orden de predominancia, los tipos de vegetación principales son: selva baja, bosque de coníferas (*Pinus - Quercus*), matorral xerófilo, bosque mesófilo de montaña y selvas húmedas (altas y medianas). Comprende casi en su totalidad a las regiones prioritarias de Valle de Tehuacán – Cuicatlán y Sierras Taxco Huahuata, una buena porción de Sierras del norte de Oaxaca – Mixe, e interseca a las de Pico de Orizaba – Cofre de Perote y Cerros Negro – Yucaño. Contiene parte de las anp's de Sierra de Huautla, Pico de Orizaba, Cañón del Río Blanco, y Tehuacán-Cuicatlán. Se tienen 7993 registros de herpetozoos para esta área de 282 especies.

58. Veracruz Norte. Se ubica al sur de Tampico, en la región del Pánuco y Ozuluama. Pertenece a la provincia del Golfo de México. Los tipos de vegetación principales son las selvas húmedas (altas y medianas) y los manglares. Se sitúa entre los 0 y los 200m de altitud. Contiene gran parte de la región prioritaria de la Laguna de Tamiahua. Hay 181 herpetozoos registrados concernientes 46 especies.

59. Veracruz Sur. Va desde Cuatorolapan, pasando por Acayucan hasta la altura de Nanchital. Pertenece a la provincia biótica del Golfo de México. Las selvas húmedas (altas y medianas) y los

manglares son los tipos de vegetación principales. Se localiza entre los 0 y los 200m de altitud. Interseca someramente a la región prioritaria de la Sierra de los Tuxtlas – Laguna del Ostión. 407 registros de 90 especies de herpetozoos hay para la zona.

60. Yucatán Norte. Localizada en el norte de la Península de Yucatán va desde Progreso hacia el este hasta Dzilam de Bravo. Pertenecce a la provincia biótica de Yucatán. Tiene dos tipos predominantes de vegetación: Las selvas bajas y los manglares. Esta situada entre los 0 y los 200m de altitud. La región prioritaria de Dzilam – Ría Lagartos – Yum Balam, atraviesa el área. Hay 244 registros para la zona que corresponden a 46 especies.

61. Península de Yucatán Centro. Abarca la región sur de Felipe Carrillo Puerto en Quintana Roo pasando por Yonzonot yendo hacia el norte hasta Chichén Itza. Está entre dos provincias bióticas: Yucatán y Peten. De norte a sur la vegetación dominante está representada por: selvas secas (bajas), selvas húmedas y manglares. La parte sur esta abarcada en su totalidad por las regiones prioritarias de: Zonas forestales de Quintana Roo y Sian Ka'an – Uaymil-Xcalak. En la parte sur abarca una porción del anp de Sian Ka'an. El intervalo de altitud en el que se localiza va de los 0 a los 200m. Se cuenta con 190 registros herpetológicos para la zona pertenecientes a 47 especies.

62. Colima. Se localiza desde la altura de Ciudad Guzmán y el Grullo yendo hacia el sur hasta la costa desde Manzanillo, hasta Boca de Pascuales y Tecomán. Pertenecce a las provincias bióticas de la Costa del Pacífico y el Eje Volcánico. Situada entre los 0 y los 4500m de altitud, alcanzando su punto máximo en el Nevado de Colima a los 4220m. Las selvas bajas (secas) y los bosques de coníferas (*Pinus – Quercus*) son los tipos de vegetación dominantes. Pertenecce a la RTP de Sierra de Manantlán – Volcán Nevado de Colima. Forma parte de las anp's de Sierra de Manantlán, El Jabali y Volcán Nevado de Colima. Tiene 136 especies en 262 registros herpetológicos.

63. Guerrero centro largo. Se localiza en la parte centro oeste de Guerrero, va desde la altura el Sur de Tenango (Estado de México) hasta Tierra Colorada en Guerrero. Atraviesa las provincias bióticas del Eje Volcánico, Depresión del Balsas, Sierra Madre del Sur y Costa del Pacífico. Tiene dos tipos principales de vegetación el bosque de coníferas y encinos (*Pinus – Quercus*) y la selvas secas (bajas). Abarca partes de la RTP de Sierra Taxco-Huautla, Nevado de Toluca y Cañón del Zopilote. Contiene partes de las anp's de Nevado de Toluca, Grutas de Cacahuamilpa, Sierra de Huautla y Desierto del Carmen o de Nixongo. Ubicada en un intervalo altitudinal de 3000m, de los 500 a los 3500m. Tiene 8053 registros.

Ningún hombre puede revelarte sino aquello que yace,
semidormido, en el amanecer de tu conocimiento.

Kahlil Gibran

Conclusiones Generales

El haber utilizado dos tamaños de retículas para todos los análisis permitió valorar la robustez de los datos de colecciones de anfibios y reptiles de México dándonos herramientas suficientes para comprobar que los datos provenientes de las colecciones son adecuados para los análisis realizados en este trabajo, asimismo, con esta información se pueden seguir haciendo una variedad amplia de trabajos para la herpetofauna de México, que lleven a sentar las bases para una política adecuada de explotación y preservación de las especies de anfibios y reptiles mexicanas, así como a descubrir los patrones históricos que originan esta enorme riqueza y endemismo que posee el país.

No entramos en este mundo; salimos de él, como hojas de un árbol.

Cada individuo es una expresión de todo el reino de la naturaleza,
una acción única del universo en conjunto.
modificado de Alan Watts

Literatura Citada

- Axelius, B. 1991. Areas de distribution and areas of endemism. *Cladistics*. 7: 197-199.
- Anaya, A. L., J. Arevalo, E. M. Hentschel, J. J. Consejo y D. Gutiérrez. 1992. Las áreas naturales protegidas como alternativa en la conservación: bosquejo histórico y problemático en México. En: Anaya A. L. (Coord.) Las Áreas Naturales Protegidas de México. SEDUE. México. 15-38 pp.
- Arita, H. T. y F. Figueroa. 1999. Geography patterns of biodiversity in mexican mammals. *Oikos*. 85: 310-319 p.
- Bojórquez-Tapia, L. I. Azuara, E. Ezcurra y O. Flores-Villela. 1995. Identifying priorities in México through geographic information systems and modeling. *Ecological Applications*, 5 (1): 215-231 pp.
- Bojórquez-Tapia, L. A. y O. Flores-Villela. 1991. Aspectos legales y metodológicos de la bioconservación en México. En: Llorente-Bousquets, J., H. E. Ponce U. y O. Flores-Villela (Eds.) Memorias del seminario sobre conservación de la diversidad biológica de México. No. 2. 23 pp.
- Briggs, J. C. 1981. Do centres of origin have a center? *Pakobiology*. 7(3), pp. 305-307.
- Coldwell, R. K., y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Roy. Soc London B*. 345: 101-118.
- CONABIO, 2003. <http://www.conabio.gob.mx>.
- CONAP, 2003. <http://www.conap.gob.mx>
- Contreras-Medina, R., J. J. Morrone e I. Luna Vega. 2003. Uso de herramientas biogeográficas para el reconocimiento de 'hotspots': un ejemplo de aplicación con briofitas y gimnospermas. En: Morrone, J. J. y J. Llorente B. (eds). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Croizat, L., G. Nelson and D. E. Rosen. 1974. Centers of origin and relative concepts. *Systematic Zoology*. Vol. 23, No. 2: 265 - 287 pp.
- Darwin, C. (1859). El origen de las especies. Editores Unidos Mexicanos. Primera edición. 1995. 504 pp.
- Escalante, T., D. Espinosa y J. J. Morrone. 2002. Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 87: 47-65.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

- Escalante, T. y J. J. Morrone. 2003. ¿Para qué sirve el análisis de parsimonia de endemismos? En: Morrone, J. J. y J. Llorente B. (eds). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Espinosa Organista, D. y J. Llorente Bousquets. 1993. Fundamentos de biogeografías filogenéticas. Facultad de Ciencias. UNAM/CONABIO. México.
- Espinosa Organista, D., J. J. Morrone, J. Llorente Bousquets y O. Flores Villela. 2002. Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica. Las prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- ESRI. 1999. Arc View 3.2 GIS. Enviromental Systems Research Institute. Inc. New York. EUA.
- Fa, J. y L. M. Morales. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. En: Ramamoorthy, T. P., R. Byc, A. Lot y J. Fa (Comp.) Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM. México. 315-352 pp.
- Faith, D. P. and P. A. Walker. 1996. How do indicator groups provide information about the relative biodiversity of different sets of areas?: on hotspots, complementarity an patterns-based approaches. Biodiversity Letters, 3: 18-25.
- Flores-Villela, O. A. 1991a. Status of the herpetofauna of México. Herpotofauna News. Vol. 2 No. 4. Inglaterra.
- Flores-Villela, O. A. 1991b. Análisis de la distribución de la herpetofauna de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. 269 pp.
- Flores-Villela, O. A. 1993. Breve historia de la herpetología en México. *Elementos*, No. 18, Vol. 3, pp. 11-21.
- Flores-Villela, O. A. 1996. Biogeografía, centros de datos y conservación de la biodiversidad. En: Rivero-Serrano, O. y G. Ponciano- Rodríguez (eds). La situación ambiental en México. Simposium: La conservación de la biodiversidad en México. Programa Universitario del Medio Ambiente. UNAM. México. 247 -257 pp.
- Flores-Villela, O. y L. Canseco- Marquéz. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Enviado a Acta Zoológica Mexicana. Addenda a la Herpetofauna Mexicana. Manuscrito 60 pp.
- Flores-Villela, O. A. y P. Gerez. 1988. Conservación en México: síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso de suelo. INIREB-Conservation Internacional, México. 302 pp.
- Flores-Villela, O. A. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. Segunda Edición. CONABIO - UNAM. México.
- Flores-Villela, O. A. e I. Goyenechea. 2001. A comparison of hypohtheses of historical area relationships for Mexico and Central America, or in serch for the lost pattern. En:

- Johnson, J. D., R. G. Webb and O. A. Flores-Villela (Eds.) *Mesoamerican Herpetology: Systematics, Zoogeography and Conservation*. University of Texas at El Paso. E.U.A. 171-181 pp.
- Flores-Villela, O. A. y J. A. Hernández. 1992. Las Colecciones herpetológicas mexicanas. *Publ. esp. Mus. Zool.* 4: 1- 24. México.
 - Flores-Villela, O. A. y A. Navarro. 1993. Un análisis de los vertebrados terrestres de mesoamérica en México. Vol. Esp. (XLIV) *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 387-395 pp.
 - Flores -Villela, O. A., H. Smith. y D. Chiszar. (En prep.) The history of herpetological exploration in México. Escrito 79 páginas.
 - Gallardo Cruz, R. 2003. Programa para hacer matrices de presencia ausencia. México. Software de distribución particular.
 - García-Marmolejo, G. 2003. Áreas prioritarias para la conservación de mamíferos terrestres neotropicales de México con base en métodos biogeográficos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
 - García-Trejo, E. 2002. Análisis de los patrones de endemismo de aves en el oeste de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
 - GARP. Genetic Algorithm for Rule-set Prediction. <http://beta.lifemapper.org/desktopgarp>.
 - Garza G., G. 1992. La conservación en México. En: Anaya A. L. (Coord.) Las áreas naturales protegidas de México. SIEDUE. México. 87-96 pp.
 - Glaw, F., J. Köhler, R. Hofrichter y A. Dubois. 2000. Amphibian Systematics: List of recent families, genera and species. En: Hofrichter, R. (Ed.). 2000. Amphibians. The world of frogs, toads, salamanders and newts. Firefly Books. Nueva York. E.U.A. 264 pp.
 - Goloboff, P. A. 1999. Analyzing large data sets in reasonable times: Solutions for composite optima. *Cladistics*. 15: 415-428.
 - Gould, S. J. 1994. Ocho cerditos. Reflexiones sobre historia natural. *Drakontos*. España. 455 pp.
 - Harold, A. S. and R. D. Mooi. 1994. Areas of endemism: definition and recognition Criteria. *Systematic Biology*. 43(2): 261-266.
 - Hennig, W. 1968. Elementos de una sistemática filogenética. Eudeba Editorial Universitaria de Buenos Aires. 331 pp.
 - Heyer, W. R., J. Coddington, W. J. Kress, P. Acevedo, D. Cole, T. L. Erwin, B. J. Meggers, M G. Pogue, R. W. Thorington, R. P. Vari, M. J. Weitzman y S. H. Weitzman. 1999. Amazonian data and conservation decisions. *Ciencia e Cultura Journal of de Brazilian Association for the Advancement of Science*. Volumen 51 (5/6): 372-385.
 - Humphries, C. J., R. I. Van Wright and P. H. Williams. 1991. Biodiversity reserves: Setting new priorities for the conservation of wildlife. *Park*, 2: 34-38.

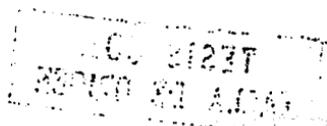
Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

- ILOG. 1999. CPLEX 6.5. Gently, France. ILOG.
- INEGI, 2000. Cartas digitales. México.
- INEGI, 2003. <http://www.inegi.gob.mx>.
- Izquierdo y Croselles, J. Geografía de México. Editorial Urania. 145 pp.
- Krebs, C. H. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Segunda Edición. Harla. México. 753 p.
- Lacoste A. y R. Salanon. 1973. Biogeografía. Oikos-tau, Barcelona, España.
- Linder, H. P. 2001. On areas of endemism, with example from the African reistonaceae. *Systematic Biology*, 50(6): 892-912.
- Bueno H., A. y J. Llorente. 1991. El centro de origen en la Biogeografía: Historia de un concepto. En: Llorente, J. Historia de la Biogeografía: centros de origen y vicarianza. Ciencias Servicios Editoriales. UNAM. México.
- Luna Vega, I. y O. Alcantara Ayala. 2001. Análisis de simplicidad de endemismos (PAB) para establecer un modelo de vicarianza preliminar del bosque mesófilo de montaña mexicano. En: Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Facultad de Ciencias. México. 273-277 p.
- Mast, A. y R. Nyffeler. 2003. Using a null model to recognize significant co-occurrence prior to identifying candidate areas of endemism. *Systematic Biology*. 52(2):271-280.
- McAleece, N. 1997. Biodiversity professional beta Versión 2. The Natural History Museum and the Scottish Association For Marine Science.
- McCoy, E. D. 1983. Centres of Origin revisited. *Pakobiology*. 9 (1): 17 -19.
- Melo, C. 2003. Áreas naturales protegidas de México en el siglo XX. Temas selectos de Geografía. Instituto de Geografía. UNAM. México. 156 pp.
- Morrone, J. J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology*. 43(3): 438-441.
- Morrone, J. J. 1999. How can biogeography and cladistics interact for the selection of areas for biodiversity conservation? A view from Andean weevils (Coleoptera: Curculionidae). *Biogeographica*. 75(2):89-96. Francia.
- Morrone, J. J. 2000. El lenguaje de la cladística Universidad Nacional Autónoma de México. México. 109 pp.
- Morrone, J. J. 2001 Sistemática, biogeografía, evolución los patrones de la biodiversidad en espacio-tiempo. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Morrone, J. J y J. V. Crisci. 1992. Aplicación de métodos filogenéticos y panbiogeográficos en la conservación de la diversidad biológica. *Evolución Biológica*. 6: 53-66. Argentina.

- Morrone, J. J. y J. V. Crisci. 1995. Historical biogeography: introduction to methods. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 26: 373-401.
- Morrone, J. J. y T. Escalante. 2002. Parsimony análisis of endemicity (PAE) of Mexican terrestrial mammals at different area units: when size matters. *Journal of biogeography*, 29: 1095-1104.
- Muller, P. 1973. The dispersal centers of terrestrial vertebrates in the neotropical realm a study of evolution of the neotropical biota and its native landscape. Junk. The Hague.
- Myers, A. A. and P. S. Giller. 1988. Process, pattern and scale y biogeography. Capítulo 1. En: Myers, A. A. and P. S. Giller. Analytical Biogeography an integrated approach to the study of animal and plant distribution. Chapman & Hall, London. Inglaterra.
- Navarro S., A. G., T. Peterson, Y. J. Nakazawa U., e I. Liebig-Fossas. 2003. Colecciones ecológicas, modelaje de nichos ecológicos y los estudios de la diversidad. En: Morrone, J. J. y J. Llorente B. (eds). Una perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Nelson, G. 1978. From Candolle to Croizat: comments on the history of biogeography. *J. Hist Biol.* 11: 269- 305 p.
- Nelson, G. y N. I. Platnick. 1981. Systematics and biogeography: Cladistics and vicariance. Columbia University Press, Nueva York.
- Nigh N., R. y A. Otero A. 1992. La especiación, el endemismo y la evolución en la estrategia de conservación para regiones de megadiversidad. En: Anaya A. L. (Coord.) Las Áreas Naturales Protegidas de México. SEDUE. México. 185-200 pp.
- Nixon, K. 2000. WindClada. Cornell University. <http://www.cladistics.com/>.
- Ochoa, L., B. Cruz, G. García y A. Luis -Martínez. 2003. Contribución al atlas panbiogeográfico de México: los géneros *Adepha* y *Hamadryas* (Nymphalidae) y *Dismorphia*, *Enanita*, *Lienix* y *Pseudopieris* (Pieridae) (Papilionidae; Lepidoptera). *Fofoa Entomol. Mex.* 42(1): 65 -77.
- Ortega-Gutiérrez, F., R. L. Sedlock and R. C. Speed. 2000. Evolución tectónica de México durante el Fanerozoico. En: Llorente, J., E. González y N. Papayero (eds.) Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento, vol. II. Conabio-UNAM. México. 3 - 59 pp.
- Pérez-Arteaga, A., K. J. Gaston y M. Kershaw. 2002. Undesignated sites in Mexico qualifying as wetlands of international importance. *Biological Conservation*. 107: 47-57.
- Peterson, A. T. y A. Navarro- Sigüenza. 1999. Alternate species concepts as bases for determining priority conservation areas. *Conservation Biology*. 13: 427-431.
- Peterson, A. T., O. A. Flores-Villela, L. S. León-Paniagua, J. E. Llorente-Bousquets, M. A. Luis-Martínez, A. G. Navarro-Sigüenza, M. G. Torres- Chávez and I. Vargas-Fernández.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

1993. Conservación Priorities in México: moving up in the world. *Biodiversity Letters* 1, 33-38.
- Platnick, N. I. 1991. On areas of endemism. *Australian Systematic Botany* 4 (prefacio).
 - Porta, J., M. López-Acevedo y C. Roquero. 1994. Edafología para la agricultura y medio ambiente. Editorial Mundi-Preson. España. 807 pp.
 - Posadas, P. y D. R. Miranda-Esquivel. 1999. El PAE (Parsimony Analysis of Endemicity) como una herramienta en la evaluación de la Biodiversidad. *Revista Chilena de Historia Natural*. 72: 539-546.
 - Pough, F. H., R. M. Andrews, J. E. Cadle, M. L. Crump, A. H. Savitzky y K. D. Wells. 2001. *Herpetology*. Segunda Edición. Prentice Hall. E. U. A. 612 pp.
 - Rappoport, E. H. 1992. *Aerography: geographical strategies of species*. Pergamon, Oxford, Inglaterra. 168 pp.
 - Reaka-Kudla, M., D.E. Wilson y E. O. Wilson (eds). 1997. *Biodiversity II. Understanding and protecting our biological resources*. Joseph Henry Press. Washington, D. C., E U. A. 551 pp.
 - Rodrigues, A. S., K. J. Gaston y R. D. Gregory. 2000. Using presence-absence data to establish reserves selection procedures that are robust to temporal species turnover. *Proc Royal Society London*. 267: 897-902.
 - Rodrigues, A. S., J. Orestes C. y K. J. Gaston. 2000. Flexibility, efficiency and accountability: adaptin reserve selection algorithms to more complex conservation problems. *Ecography* 23: 565 - 574.
 - Rojas-Parra, C.A., I. C. Poveda-Matallana, A. Prieto-Cruz, A. Rudas-Lleras y M. A. Luis-Martínez. 2003. El tamaño de celda en análisis de patrones espaciales de la Biodiversidad utilizando Sistemas de Información Geográfica: ¿Un problema de escalas?. En: Morrone, J. J. y J. Llorente B. (eds). *Una perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía*. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
 - Ron, S. R. 2000. Biogeographic area relationships of lowland neotropical rainforest based on raw distributions of vertebrate groups. *Biology Journal of the Linnean Society*. 71: 379 - 402.
 - Rosen, B. R. 1988. From fossil to earth history: applied historical biogeography. En: Myers, A. y P. Guiller (eds) *Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distribution*. Chapman & Hall. Londres. 437 -481 pp.
 - Rojas-Soto, O. R., O. Alcántara-Ayala y A. G. Navarro. 2003. Regionalization of the avifauna of the Baja California Peninsula, Mexico: a parsimony analysis of endemism and distributional modeling approach. *Journal of Biogeography*. 30, 449-161p.

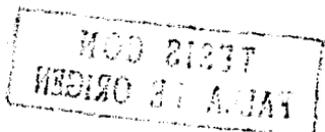


- Ruggiero, A. y C. Ezcurrea. 2003. Regiones y transiciones biogeográficas: complementariedad en los análisis en biogeografía histórica y ecológica. En: Morrone, J. J. y J. Llorente B. (eds). Una perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Rzedowski, J. 1992. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: Halffter, G. (comp.) La diversidad biológica de Iberoamérica. *Acta Zoológica Mexicana*, volumen especial. Xalapa, Ver. 313 – 335 pp.
- Sánchez, P. C. 1931. Geografía física con aplicaciones a la República Mexicana. Talleres gráficos de la Secretaría de agricultura y fomento. 146 pp.
- Sánchez-Cordero, Victor, A. Townsend Peterson y Patricia Escalante Pliego. 2001. El modelado de la distribución de especies y la conservación biológica En: H. M. Hernández, A. N. García Aldrete, F. Álvarez y M. Ulloa (comps.). Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad. Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 359-379.
- Savage, J.M. 1982. The Enigman of the Central American Herpetofauna: dispersal or vicariante? *Ann. Missou. Bot. Gard.* 69 (3):464-547.
- Scott, J. M., B. Csuti, K. Smith, J. E. Estes y S. Caicco. 1988. Beyond Endangered Species: An integrated conservation strategy for the preservation of biological diversity. *Endangered Species UPDATE*. 5: 43-48.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002a. <http://www.semarnat.gob.mx>.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002b. Norma Oficial Nom-059-Ecol-2001. Protección Ambiental –Especies de Flora y Fauna silvestres de México. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002.
- Smith, Hobart. 1939. Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género *Sceloporus*. *Anales de la Esc. N. de Ciencias Biológicas*. Vol. II. México.
- Soberón, J., J. Llorente y L. Oñate. 2000. The use of specimen label databases for conservation purposes: An example using Mexican Papilionid and Pierid butterflies. *Biodiv. Conserv.* 9: 1441-1446 p.
- Stuart, L.C. 1971. Fauna of Middle America. En: Westa, R.C. (vol. ed.). Handbook of Middle American Indians. Volumen 1. Wauchope, R. (ed. Gral.) Natural Environment and Earth Cultures Press Austin. Universidad de Texas. EUA.
- Swofford, D. L. 1993. PAUP. *Phylogenetic analysis using parsimony*. Ver. 3.1 Smithsonian Institution.
- Uetz, P. 2000. How many reptile species? *Herpetological Review*. 31(1): 13-15.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

- Uvardy, M. D. F. 1969. Dynamic zoogeography with special reference to land animals. Van Nostrand-Reinhold, Nueva York.
- Vane-Wright, R. I., C. J. Humphries y P. H. Williams. 1991. What to protect? Systematics and the agony of choice. *Biological Conservation*. 55: 235-254.
- Vargas, J. M. 1993. Siete pecados capitales en Biogeografía. *Zoología Baetica*. 4:39-56. España.
- Whittaker R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. 21: 213 - 251p.
- Wiley, E. O. 1988. Parsimony análisis and vicariante biogeography. *Systematic Zoology*. 37: 280-290.
- Wilson, E. O. 1988. The current state in biological diversity. En: Wilson, E. O. (Ed.). 1988. Biodiversity. National Academy Press. Washington D. C. 3- 18 p.
- Young, B. I., K. R. Lips, J. K. Reaser, R. Ibáñez, A. W. Salas, J. R. Cerdeño, L. A. Coloma, S. Ron, E. La Marca, J. R Meyer, A. Muños, F. Bolaños, G. Chaves y D. Romo. 2000. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology*. Vol. 15. No. 5: 1213-1223 pp.
- Zug, G. R., L. J. Vitt y J. L. Caldwell. 2001. Herpetology. An introductory biology of amphibians and reptiles. Segunda Edición. Academia Press. E U. A. 630 pp.

Ningún hombre ha vivido jamás más que una vida,
esa ha sido escogida por él mismo
y la mayor parte la vive solo.



Apéndices Generales

.

* Orestes a Júpiter: "¡Yo soy mi libertad! Apenas me has creado, he dejado de pertenecerte"

J. P. Sartre -Les Mouches

Apéndices

Apéndice 1

Origen de los registros utilizados para el presente estudio. Información Proporcionada por la CONABIO en su mayoría: Las Colecciones marcadas con asterisco se obtuvieron directamente de los museos.

Proyectos:

-Flores Villela, Oscar. 1998. *Formación de una base de datos y elaboración de un atlas de la herpetofauna de México*. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Universidad Nacional Autónoma de México. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. A 14. México, D.F.

-Casas Andreu, Gustavo. 1999. *Sistema de información geográfica sobre la herpetofauna del Estado de México*. Departamento de Zoología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. H 103. México, D.F.

-Flores Villela, Oscar. 1998. *Herpetofauna del Estado de Veracruz*. Universidad Nacional Autónoma de México. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. A 27. México, D.F.

-Lazcano Villarreal, David. 1999. *Anfibios y reptiles del estado de Tamaulipas, México*. Laboratorio de Herpetología. Departamento de Zoología de Vertebrados. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. H 104. México, D.F.

-Lazcano Villarreal, David. 1997. *Anfibios y reptiles del estado de Nuevo León*. Departamento de Zoología de Vertebrados. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. B 99. México, D.F.

-Goyenechea Mayer Goyenechea, Irene. 1999. *Filogenia del género Conopsis Günther (Serpentes: Colubridae)*. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. H 127. México, D.F.

-Nieto Montes de Oca, Adrián. 1999. *Anfibios y reptiles del estado de Querétaro*. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. H 250. México, D.F.

-Espinoza Medinilla, Eduardo E. 1998. *Colección zoológica regional del sureste de México. Fase I (Estado de Chiapas)*. Instituto de Historia Natural del Estado de Chiapas. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. P 60. México, D.F.

-Núñez Orantes, Horacio. 2000. *Inventario herpetofaunístico de la reserva de la biosfera La Sepultura, Chiapas, México*. Instituto de Historia Natural del Estado de Chiapas. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. L 3. México, D.F.

-Gutiérrez Maycán, María Guadalupe. 1999. *Inventario herpetofaunístico del valle semiárido de Tehuacán-Cuicatlán*. Laboratorio de Herpetología. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. H 330. México, D.F.

-Ramírez Bautista, Aurelio. 2001. *Herpetofauna de la región El Huizache, San Luis Potosí*. Facultad de Estudios Superiores-Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. R 45. México, D.F.

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

-Lemos Espinal, Julio Alberto. 2001. *Demografía e historia de vida de la lagartija Xenosaurus neuamanorum en Xilitla, San Luis Potosí*. Unidad de Biotecnología y Prototipos. Facultad de Estudios Superiores-Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. R 232 . México, D.F.

-Lemos Espinal, Julio Alberto. 2000. *Anfibios y reptiles de los médanos de Samalayuca, Chihuahua*. Facultad de Estudios Superiores-Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. L 103 . México, D.F.

-Navarro Sigüenza, Adolfo Gerardo. 1998. *Inventario de la biodiversidad de vertebrados terrestres de los Chimalapas, Oaxaca*. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. B 2 . México, D.F.

-Nieto Montes de Oca, Adrián. 1999. *Sistemática y biogeografía del género Xenosaurus (Squamata: xenosauridae)*. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. H 245 . México, D.F.

-Velázquez Montes, José Alejandro. 1998. *Análisis de la heterogeneidad ambiental y conectividad de las áreas naturales del sur del Valle de México*. Laboratorio de Biogeografía y Sincología. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. B 144 . México, D.F.

-Halffter Salas, Gonzalo. 2001. *Parámetros para medir la biodiversidad y su cambio: 2a etapa, desarrollo de ejemplos*. Instituto de Ecología AC. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. K 38 . México, D.F.

-Pozo de la Tijera, María del Carmen. 2001. *Inventario y monitoreo de anfibios, reptiles y mariposas en la Reserva de Calakmul, Campeche, Fase II*. Museo de Zoología. El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. Q 49 . México, D.F.

-Gutiérrez Mayén, María Guadalupe. 2000. *Anfibios y reptiles del municipio de Cuetzalan del Progreso, Puebla*. Laboratorio de Herpetología. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. L 283 . México, D.F.

-Gutiérrez Mayén, María Guadalupe. 2001. *Inventario herpetofaunístico del valle semiárido de Tehuacán-Cuicatlán (continuación)*. Laboratorio de Herpetología. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. R 67 . México, D.F.

-Meave del Castillo, Jorge Arturo. 2000. *Caracterización biológica del Monumento Natural Yaxcibilán como un elemento fundamental para el diseño de su plan rector de manejo*. Laboratorio de Ecología. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. M 99 . México, D.F.

-Pozo de la Tijera, María del Carmen. 1998. *Elaboración del banco de datos de las Colecciones del Museo de Zoología-CIQRO*. Museo de Zoología. Unidad Chetumal. El Colegio de la Frontera Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. P 28 . México, D.F.

-Pozo de la Tijera, María del Carmen. 2000. *Inventario y monitoreo de anfibios y mariposas en la Reserva de Calakmul, Campeche*. Museo de Zoología. Unidad Chetumal. El Colegio de la Frontera Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. J 112 . México, D.F.

-Mendoza Quijano, Fernando. 1998. *Límites de especies dentro del género Gerrhonotus (Sauria: Anguillidae)*. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. G 15. México, D.F.

-Ceballos González, Gerardo Jorge. 1997. *Diversidad biológica y conservación del ecosistema de los perros de la pradera (Cynomys ludovicianus) en México*. Laboratorio de Conservación y Manejo de Vertebrados. Departamento de Ecología Funcional y Aplicada. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. B 43. México, D.F.

-Bravo Marentes, Carlos. 1999. *Inventario nacional de especies vegetales y animales de uso artesanal*. Asociación Mexicana de Arte y Cultura Popular AC. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. J 2. México, D.F.

Colecciones:

Siglas	Nombre de la Colección	País
	1	
NCB	México	
	2	
	ACADEMY OF NATURAL SCIENCE OF PHILADELPHIA (COLLECTION OF HERPETOLOGY).	
ANSP	Estados Unidos	
	3	
	AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY. DEPARTMENT OF HERPETOLOGY.	
AMNH	Estados Unidos	
	4	
	ARIZONA STATE UNIVERSITY.	
ASU	Estados Unidos	
	5	
	BRIGHAM YOUNG UNIVERSITY. MONTE L. BEAN LIFE SCIENCE MUSEUM (COLLECTION OF HERPETOLOGY).	
BYU	Estados Unidos	
	6	
	BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY.	
BMNH	England	
	7	
	BRYCE C. BROWN EN EL STRECKER MUSEUM, BAYLOR UNIVERSITY.	
BCB	Estados Unidos	
	8	
	CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES COLLECTION, DEPARTMENT OF HERPETOLOGY.	
CAS	Estados Unidos	
	9	
	CALIFORNIA STATE POLYTECHNIC UNIVERSITY.	
CSPU	Estados Unidos	
	10	
	CARNEGIE MUSEUM OF NATURAL HISTORY (COLLECTION OF HERPETOLOGY).	
CMNH	Estados Unidos	
	11	
	CHICAGO ACADEMY OF SCIENCES.	
CA	Estados Unidos	
	12	
	CHICAGO NATURAL HISTORY MUSEUM, COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.	
CNHM	Estados Unidos	
	13	
	COLECCIÓN DE HERPETOLOGÍA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN.	
UANL	México	
	14	
	COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.	
ANSP	Estados Unidos	
	15	
	COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.	
MLBM	Estados Unidos	
	16	
	MICHIGAN STATE UNIVERSITY, COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.	
MSUM	Estados Unidos	
	17	
	COLECCIÓN HERPETOLÓGICA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES.	

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

- UAA México
 18 COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.
- UIUC Estados Unidos
 19 COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.
- ECO-CH-H México
 20 COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.
- ECO-SC-H México
 21 COLECCIÓN HERPETOLÓGICA DEL CENTRO DE ESTUDIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES.
- COHECERN México
 22 COLECCIÓN HERPETOLÓGICA, B.U.A.P.
- EBUAP México
 23 COLECCIÓN HERPETOLÓGICA-ECOSUR.
- CH-ECOSUR México
 24 COLECCIÓN NACIONAL DE ANFIBIOS Y REPTILES. *
- IBH México
 25 COLECCIÓN NACIONAL DE ANFIBIOS Y REPTILES, INSTITUTO DE BIOLOGÍA. *
- CNAR México
 26 COLECCIÓN PARTICULAR DE EDUARDO PINEDA ARREDONDO.
- EPA México
 27 COLLECTION OF HERPETOLOGY, MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY, HARVARD UNIVERSITY.
- MCZ Estados Unidos
 28 COLLECTION OF HERPETOLOGY, MUSEUM OF NATURAL HISTORY, UNIVERSITY OF KANSAS.
- UK Estados Unidos
 29 COLLECTION OF HERPETOLOGY, MUSEUM OF ZOOLOGY, LOUISIANA STATE UNIVERSITY.
- LSUMZ Estados Unidos
 30 COLLECTION OF HERPETOLOGY, NATIONAL MUSEUM OF NATURAL HISTORY, SMITHSONIAN INSTITUTE. *
- USNMNH Estados Unidos
 31 COLLECTION OF HERPETOLOGY, UNIVERSITY OF ILLINOIS, MUSEUM OF NATURAL HISTORY.
- UIMNH Estados Unidos
 32 COLLECTION OF HERPETOLOGY, ZOOLOGY SECTION OF LOS ANGELES COUNTY MUSEUM OF NATURAL HISTORY.
- LACMNH Estados Unidos
 33 CORNELL UNIVERSITY.
- CU Estados Unidos
 34 DALLAS MUSEUM OF NATURAL HISTORY.
- DMNH Estados Unidos
 35 EDWARD H. TAYLOR Y HOBART M. SMITH COLLECTION.
- EHT-HB Privada
 36 EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR. COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.
- CFSHER México
 37 ERNEST A. LINER, PERSONAL COLLECTION. HERPETOLÓGICAL COLLECTION.
- EAL Privada
 38 ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS, INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.
- ENCB México
 39 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA. COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.
- ENEPI México
 40 FIELD MUSEUM OF NATURAL HISTORY, DIVISION OF AMPHIBIANS AND REPTILES.
- FMNH Estados Unidos
 41 FLORIDA STATE MUSEUM (COLLECTION OF THE DIVISION OF HERPETOLOGY).

FSM	Estados Unidos 42 FORT WORTH MUSEUM OF SCIENCE AND HISTORY.
FWM	Estados Unidos 43 HERPETOLOGICAL COLLECTION, TULANE MUSEUM OF NATURAL HISTORY, BIOLOGY DEPARTMENT.
TU	Estados Unidos 44 HERPETOLOGICAL COLLECTION, KANSAS UNIVERSITY, MUSEUM OF NATURAL HISTORY.
KU	Estados Unidos 45 ILLINOIS STATE NATURAL HISTORY SURVEY.
ISNHS	Estados Unidos 46 ILLINOIS UNIVERSITY, MUSEUM OF NATURAL HISTORY, COLECCIÓN HERPETOLOGICA.
IUMNH	Estados Unidos 47 INSTITUTO DE HISTORIA NATURAL DE CHIAPAS. COLECCIÓN HERPETOLOGICA. *
IHNHERTP	México 48 INSTITUTO DE HISTORIA NATURAL DEL ESTADO.
IHNT	México 49 INSTITUTO DE HISTORIA NATURAL, COLECCIÓN HERPETOLOGICA.
IHN	México 50 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES SOBRE RECURSOS BIÓTICOS, COLECCIÓN HERPETOLOGICA.
INIREB	México 51 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TAMAULIPAS.
ITT	México 52 JERRY D. JOHNSON (COLECCIÓN PERSONAL).
JDJ	México 53 JOSEPH F. COPP (COLECCIÓN PERSONAL).
JFC	México 54 KRAKOW MUSEUM OF NATURAL HISTORY.
KM	Polonia 55 LABORATORIO DE ECOLOGÍA - UBIPRO.
LEUBIPRO	México 56 LABORATORIO DE HERPETOLOGIA, VIVARIO.
LHV	México 57 LANDESSMMLUNGEN FUR NATURKUNDE.
LNK	Alemania 58 LOUISIANA STATE UNIVERSITY MUSEUM OF LIFE SCIENCE.
LSUS	Estados Unidos 59 MANUEL LEMUS KURCHENKO (COLECCIÓN PERSONAL).
MLK	México 60 MERRIAM MUSEUM (COLLECTION OF HERPETOLOGY).
UTAMM	Estados Unidos 61 MIAMI-DADE COMMUNITY COLLEGE, NORTH CAMPUS.
ASFS	Estados Unidos 62 MILWAUKEE PUBLIC MUSEUM, COLECCIÓN HERPETOLOGICA.
MPM	Estados Unidos 63 MISSISSIPPI STATE UNIVERSITY.
MSU	Estados Unidos 64 MUSEO DE ZOOLOGÍA TUXTLA GUTIÉRREZ.
MZTG	México 65 MUSEO DE ZOOLOGÍA, ALFONSO L. HERRERA, FAC. DE CIENCIAS, UNAM, COLECCIÓN HERPETOLOGICA. *
MZFC	México 66 MUSEO DE ZOOLOGÍA, ESCUELA DE BIOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS.
MZEB-UNICA	México 67 MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE.
MNHN	France

Análisis sobre los Centros de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana

- 68 MUSEUM OF NATURAL HISTORY AT LOUISIANA STATE UNIVERSITY.
MNH-LSU Estados Unidos
- 69 MUSEUM OF SOUTHWESTERN BIOLOGY.
MSB Estados Unidos
- 70 MUSEUM OF VERTEBRATE ZOOLOGY, LIFE SCIENCE DEPARTMENT
(COLLECTION OF HERPETOLOGY).
UCB Estados Unidos
- 71 MUSEUM OF ZOOLOGY (COLLECTION OF HERPETOLOGY).
LSM ND
- 72 NATURAL HISTORY MUSEUM, ZOOLOGY DEPARTMENT (DIVISION OF
HERPETOLOGY).
UKL Estados Unidos
- 73 NATURHISTORISCHES MUSEUM.
NMW Austria
- 74 NATURHISTORISKA RIKSMUSEET.
NHRM Swedish
- 75 NEW MEXICO STATE UNIVERSITY.
NMSU Estados Unidos
- 76 NORTHEAST LOUISIANA UNIVERSITY MUSEUM OF ZOOLOGY.
NLU Estados Unidos
- 77 OKLAHOMA MUSEUM OF NATURAL HISTORY, UNIVERSITY OF OKLAHOMA,
COLECCIÓN HERPETOLOGY.
OMNH Estados Unidos
- 78 OTIS SANDERS.
SANDERS México
- 79 ROBERT G. WEBB (COLECCIÓN PERSONAL).
RGW México
- 80 ROYAL ONTARIO MUSEUM, COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.
ROM Canadá
- 81 SAN DIEGO SOCIETY OF NATURAL HISTORY, COLECCIÓN
HERPETOLÓGICA.
SDSNH Estados Unidos
- 82 SASKATCHEWAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY.
SMNH Canadá
- 83 SENCKENBERGISCHE NATUR-MUSEUM UND FORSCHUNGS, INSTITUT
SENCHENBERG.
SNM Alemania
- 84 SOUTH AFRICAN MUSEUM.
SAM Sudáfrica
- 85 SOUTHERN ILLINOIS UNIVERSITY CARBONDALE.
SIUC Estados Unidos
- 86 STRECKER MUSEUM COMPLEX.
SMC Estados Unidos
- 87 STRECKER MUSEUM, BAYLOR UNIVERSITY.
SMBU Estados Unidos
- 88 SUL ROSS STATE UNIVERSITY.
SRSU Estados Unidos
- 89 T. L. BROWN (COLECCIÓN PERSONAL).
TLB México
- 90 TEXAS COOPERATIVE WILDLIFE COLLECTION, TEXAS A & M
UNIVERSITY, COLECCIÓN HERPETOLOGY.
TCWC, TAMU Estados Unidos
- 91 TEXAS NATURAL HISTORY COLLECTION (COLLECTION OF
HERPETOLOGY).
TNHC Estados Unidos
- 92 UNIVERSITÄT HAMBURG ZOOLOGISCHES INSTITUT UND MUSEUM
Hamburg
ZMH
- 93 UNIVERSITY OF ARIZONA, COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.
UAZ Estados Unidos
- 94 UNIVERSITY OF CALIFORNIA AT BERKELEY MUSEUM OF VERTEBRATE
ZOOLOGY, COLLECTION OF HERPETOLOGY.

MVZ Estados Unidos
 95 UNIVERSITY OF COLORADO MUSEUM (COLLECTION OF HERPETOLOGY).
 UCM Estados Unidos
 96 UNIVERSITY OF FLORIDA, COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.
 UF Estados Unidos
 97 UNIVERSITY OF LOUISVILLE.
 UL Estados Unidos
 98 UNIVERSITY OF MIAMI REFERENCE COLLECTION.
 UMRC Estados Unidos
 99 UNIVERSITY OF MICHIGAN MUSEUM OF ZOOLOGY (COLLECTION OF
 HERPETOLOGY).
 UMMZ Estados Unidos
 100 UNIVERSITY OF MINNESOTA JAMES FORD BELL.
 JFBM Estados Unidos
 101 UNIVERSITY OF NEBRASKA.
 UN Estados Unidos
 102 UNIVERSITY OF RICHMOND.
 UR Estados Unidos
 103 UNIVERSITY OF TEXAS AT ARLINGTON, COLLECTION OF VERTEBRATES
 UTA Estados Unidos
 104 UNIVERSITY OF TEXAS AT EL PASO, LABORATORY OF ENVIRONMENTAL
 BIOLOGY, DEPARTAMENT OF HERPETOLOGY.
 UTEP Estados Unidos
 105 UNIVERSITY OF UTAH.
 UU Estados Unidos
 106 WASHINGTON STATE UNIVERSITY.
 WSU Estados Unidos
 107 YALE UNIVERSITY PEABODY MUSEUM.
 YPM Estados Unidos
 108 ZOOLOGICO REGIONAL MIGUEL ALVAREZ DEL TORO, INSTITUTO DE
 HISTORIA NATURAL, COLECCIÓN HERPETOLÓGICA.
 ZOOMAT México

Nuestro mayor temor no es a ser indignos. Nuestro mayor temor es que somos inmensamente poderosos. Lo que más nos asusta no es nuestra oscuridad sino nuestra luz.

Nos preguntamos a nosotros mismos: ¿Quién soy yo para ser brillante, magnífico, talentoso y fabuloso? Pero en realidad, ¿por qué no habría de serlo? (...) Jugar a ser menos no sirve de nada. No hay nada de maravilloso en empequeñecernos para que los demás no se sientan inseguros a nuestro lado.

Y si dejamos brillar nuestra propia luz, inconscientemente damos permiso a los demás para que hagan lo mismo.

Nelson Mandela, 1994.